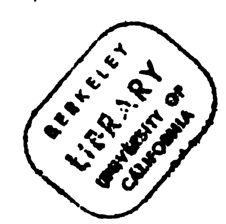

UC-NRLF
B 3 976 214


BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA




STAT.
LIBRARY



Sitzungsberichte

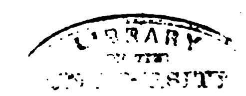
der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

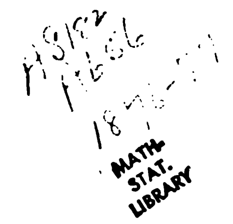
zu München.



Band VI. Jahrgang 1876.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1876.

In Commission bei G. Franz.



Uebersicht

des Inhalts der Sitzungsberichte Band VI Jahrgang 1876.

Oeffentliche Sitzung zur Feier des 117. Stiftungstages der Akademie am 28. März 1876.

Sitzung vom 8. Januar.

Seite

[illegible] Februar.

Sitzung vom 4. März.

Sitzung vom 6. Mai 1876.

Sitzung vom 17. Juni 1876.

Sitzung vom 8. Juli 1876.

Sitzung vom 13. November.

Sitzung vom 2. December

Sitzung vom 13. Januar 1877.



Seite

Sitzung vom 5. Februar.

Sitzung vom 4. März.

Sitzung vom 6. Mai 1876.

Sitzung vom 17. Juni 1876.

Sitzung vom 8. Juli 1876.

Sitzung vom 13. November.



Sitzung vom 2. December.

Sitzung vom 13. Januar 1877.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 8. Januar 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Prof. v. Bischoff

legt zur Beleuchtung der Angabe Prof. Haeckels in dessen Anthropogenie pag. 106: „dass das Ei des Menschen „von dem anderer Säugethiere sowohl im unreifen als aus„gebildeten Zustande nicht zu unterscheiden sei; sowie, dass „ferner die Eier der meisten höheren Säugethiere dieselbe „Grösse wie das Ei des Menschen, beim Elephanten und „Wallfisch ebenso wie bei der Maus und Katze haben; und „wir auch bei Anwendung des besten Mikroskopes mit der „stärksten Vergrösserung nicht im Stande seien, einen „wesentlichen Unterschied zwischen dem Ei des Menschen, „des Affen, des Hundes zu entdecken", möglichst sorgfältige und genaue Zeichnungen des Eies des Menschen, der Kuh, des Hundes, Schweines, Kaninchens, der Katze, Ratte, Maus und des Maulwurfes in derselben 400maligen Vergrösserung vor, welche sowohl in der Grösse des Eies, der Dicke der

Dotterhaut, als besonders in der Zusammensetzung des Dotters, bedeutende Unterschiede wahrnehmen lassen. Eier vom Elephanten und Wallfisch hat leider bis jetzt noch Niemand gesehenund abgebildet.

Ebenso zeigt Prof. v. Bischoff möglichst sorgfältig mit der Camera lucida bei 9facher Vergrösserung angefertigte Zeichnungen von jungen Menschen- und Säugethier-Embryonen auf dem möglichst gleichen frühen Stadium der Entwicklung, bei welchem noch die sogen. Kiemen- oder Wisceral-Bogen des Kopfes vorhanden sind. Dieselben zeigen bedeutende und charakteristische Unterschiede in ihrer ganzen Configuration und sind daher sehr verschieden von den analogen Abbildungen Prof. Haeckels in seiner Anthropogonie Taf. V zweite Reihe. Dieselben widersprechen entschieden dem Ausspruche Prof. Haeckels pag. 255 seiner Anthropogenie, dass „der Embryo des Menschen auch noch „auf diesem Stadium von demjenigen der höheren Säuge„thiere nicht zu unterscheiden sei". Auch erklärt Prof. v. Bischoff, dass er auch auf früheren Entwicklungsstadien nie eine solche Identität der Gestaltung der Embryonen von verschiedenen Arten von Säugethieren beobachtet habe, wie sie Prof. Haeckel in der ersten Reihe der genannten Tafel, oder auch Taf. I. von der Gesichtsbildung des Menschen-, Fledermaus-, Katzen- und Schaaf-Embryo gegeben hat.

Endlich zeigt Prof. v. Bischoff auch noch einige Photographien von Affen-Köpfen, so weit sich ihm Gelegenheit darbot, solché anfertigen zu lassen oder von Anderen zu beziehen, welche ebenfalls weit davon entfernt sind, jene berüchtigte Uebereinstimmung in der Gesichtsbildung der niederen Menschenracen und höheren Affen nachzuweisen, welche Prof. Haeckel, auf dem Titelblatte seiner natürlichen Schöpfungsgeschichte zur Anschauung gebracht hat.

Herr W. Beetz legte vor und besprach eine Abhandlung:

„Ueber die Cohäsion von Salzlösungen"
von G. Quincke, correspondirendem Mitgliede der k. Akademie der Wissenschaften.

§ 1. Die bis jetzt veröffentlichten Bestimmungen über die Cohäsion wässriger Salzlösungen beschränken sich fast ausschliesslich auf Messungen der mittleren Steighöhen h in gläsernen Capillarröhren vom Durchmesser 2r und der sogenannten specifischen Cohäsion a^2, indem

$$rh = a^2 \cos \vartheta = (a^2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1$$

wo ϑ den sogenannten Randwinkel bezeichnet, den das letzte Element der Flüssigkeits-Oberfläche mit der Röhrenwand einschliesst.

Nennt man σ das specifische Gewicht der Flüssigkeit so ist die Oberflächenspannung oder Capillarconstante der freien (d. h. von Luft oder dem luftleeren Raum begrenzten) Flüssigkeits-Oberfläche

$$a^2 \cdot 1 \cdot \frac{\sigma}{2} = \alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2$$

oder also

$$rh \cdot \frac{\sigma}{2} = \alpha \cos \vartheta = (\alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3$$

wo r und h in Millimetern, α in Milligrammen gemessen

ist, und α das von einem Millimeter freier Flüssigkeits-Oberfläche getragene Gewicht bedeutet.

Ferner wird die keineswegs erwiesene Annahme gemacht, dass die wässrige Salzlösung die Röhrenwand benetze, oder der Randwinkel 0 sei. Ist diese Annahme falsch, so wird die spec. Cohäsion zu klein gefunden.

Dasselbe gilt von der wirklichen Cohäsion oder der Capillarconstante α, in dem das Product aus capillarer Steighöhe, Röhrenradius und halbem specifischen Gewicht, wie Gl. 3 zeigt, nur $\alpha \cos \vartheta$ oder wie es im Folgenden bezeichnet werden soll, nur (α) bestimmt.

Viele Beobachter geben das specifische Gewicht der Flüssigkeit nicht an und nur in seltenen Fällen lässt sich dies indirect aus anderen Bemerkungen (z. B. concentrirte Lösung etc.) ergänzen.

Bei einer früheren Untersuchung (Pogg. Ann. 139 p. 80. 1870) hatte ich gefunden, dass bei Flüssigkeiten, die in jedem Verhältniss mischbar sind, immer die Flüssigkeit mit der kleinsten Oberflächenspannung α an die freie von Luft begrenzte Oberfläche gehen muss. Fasst man also eine wässrige Salzlösung als ein Gemisch von Wasser und geschmolzenem Salz auf, so würde nach meinen Messungen (Pogg. Ann. 135 p. 621 1868 und 138 p. 151. 1869) Wasser als Flüssigkeit mit der kleinsten Capillarconstante an der Oberfläche der Salzlösungen sich ausbreiten müssen.

Ich habe nun schon vor längerer Zeit sämmtliche mir irgend zugängliche Messungen der Capillarconstanten wässriger Lösungen von Säuren und Salzlösungen seit Newton bis in die neueste Zeit auf dieselben Einheiten, Millimeter und Milligramm, reducirt.

Die Resultate der verschiedenen Beobachter zeigen im allgemeinen Werthe zwischen 7,5 und 8 Mllgr. oder nahezu dieselbe Oberflächenspannung wie reines Wasser.

Wenn auch in vielen Fällen (α) mit dem Salzgehalt zuzunehmen scheint, so sind die Abweichungen für verschiedene Salzlösungen nicht grösser, als die von verschiedenen Beobachtern für reines Wasser gefundenen. Dieselben könnten, abgesehen von den Mängeln der benutzten Beobachtungsmethode, sehr wohl in zufälligen Verunreinigungen oder unvollkommener Benetzung der Capillarröhren ihren Grund haben.

Ich habe daher nach verschiedenen Methoden die specifische Cohäsion a^2 und die Capillarconstante oder Oberflächenspannung α für eine Reihe von Salzlösungen selbst bestimmt und erlaube mir einen Theil der Resultate dieser Untersuchungen, die mich mehrere Jahre hindurch beschäftigt haben, hier mitzutheilen.

§ 2. Methode der capillaren Steighöhen. Aus einer dickeren möglichst gereinigten Glasröhre wurden vor der Glasbläserlampe Fäden von 0,2 bis 0,5^{mm} innerem Durchmesser gezogen, oben zugeschmolzen und mit dem zugeschmolzenen Ende durch 2 Kautschukringe geschoben, welche das von dem Glasfaden gebildete Capillarrohr auf einem reinen Spiegelglasstreifen von 300^{mm} Länge und 10^{mm} Breite festhielten. Der Spiegelglasstreifen trug eine eingeätzte Millimetertheilung und wurde gleichzeitig mit dem unteren Ende der Capillarröhre in die zu untersuchende Flüssigkeit getaucht. Die Höhe h, bis zu welcher letztere sich über die ebene horizontale Flüssigkeits-Oberfläche erhob, sobald das obere zugeschmolzene Ende der Capillarröhre abgeschnitten war, wurde bis auf 0,1^{mm} genau an der vertikal gestellten Millimeterscala mit einem horizontalen Fernrohr oder einer passend gestellten Lupe abgelesen, das Capillarrohr an der Stelle des Flüssigkeits-Meniskus mit dem Glasmesser durchgeschnitten und der grösste und kleinste Durchmesser der Schnittfläche durch ein Mikroskop mit Ocular-Mikrometer betsimmt.

Das letztere hatte 100 Scalentheile, von denen noch Zehntel zu schätzen waren. 1 Scalentheil entsprach 0,00941^{mm}. Das halbe Mittel aus den gemessenen Werthen des Röhrendurchmessers wurde als Röhrenradius r in Rechnung gebracht. Das specifische Gewicht bestimmte ich mit einem Senkgläschen, das an einem feinen Platindraht an einer hydrostatischen Wage aufgehangen war.

Die Concentration der Salzlösungen habe ich entweder selbst bestimmt oder aus dem spec. Gewicht nach den Messungen von Gerlach [1]) berechnet, von deren Zuverlässigkeit ich mich mehrfach durch eigene Beobachtungen überzeugt habe.

Die Salzlösungen wurden gewöhnlich 12 bis 36 Stunden nach der Auflösung des Salzes untersucht, welches so rein war, wie ich es mir im Handel verschaffen konnte.

Die im folgenden angegebenen Zahlen sind gewöhnlich das Mittel aus den wenig von einander abweichenden Resultaten dreier Versuchsreihen.

§ 3. Methode der flachen Luftblasen. Vor einem Kathetometer (Pogg. Ann. 105, p. 15 u. Taf. 1, Fig. 4, 5, 11, 12, 1858) mit einem horizontalen Mikroskop von 120^{mm} Object-Abstand befand sich ein von planparallelen Glasplatten gebildeter Glastrog. (Pogg. Ann. 153, p. 181 u. Taf. 1, Fig. 8, 1874). Die vertikale Verschiebung des Mikroskops konnte bis auf 0,001^{mm}, die horizontale bis auf 0,05^{mm} genau gemessen werden. Der Glastrog wurde mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllt, und in diese eine horizontale Glasplatte gehängt. Mit einem rechtwinklig gebogenen reinen Glasfaden von 1 bis 2^{mm} Durchmesser wurde eine flache Luftblase unter die horizontale Deckplatte gebracht, so dass die Contour derselben scharf im Gesichts-

1) G. Th. Gerlach, Specifische Gewichte der gebräuchlichsten Salzlösungen bei verschiedenen Concentrationsgraden. Freiberg. 1859.

feld des Mikroskops erschien. Aus den vertikalen Abständen K und x der Kuppe und des Bauches der flachen Luftblase von der horizontalen Deckplatte ergiebt sich dann die specifische Cohäsion a^2 und der spitze Randwinkel Θ unter welchem die Flüssigkeits-Oberfläche die horizontale Glasfläche schneidet.

Für unendlich grosse flache Luftblasen ist nämlich, wie ich Pogg. Ann. 139, 1870, p. 7 nachgewiesen habe:

$$(K-x)^2 = a^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4$$

$$\frac{K}{K-x}\,\frac{1}{\sqrt{2}} = \cos\frac{\Theta}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5$$

Aus $(K-x)^2$ erhält man durch Multiplication mit dem halben specifischen Gewicht die wirkliche Cohäsion oder Oberflächenspannung α der freien Oberfläche der Flüssigkeit unabhängig vom Randwinkel. (vergl. Gl. 2).

Für flache Luftblasen von endlichem Durchmesser 2r lässt sich die Theorie bis jetzt nicht vollständig durchführen. Die Erfahrung lehrt aber, dass für diese Luftblasen K und $K-x$ wenig grösser als bei unendlich grossen Blasen ist. Die Differenz beträgt höchstens 0,04 des ganzen Werthes, sobald $2r > 20^{mm}$.

Für viele Bestimmungen kann daher der daraus entspringende Fehler vernachlässigt und K oder $K-x$ als unabhängig vom Durchmesser der Blase angesehen werden. Dies bei meinen früheren Versuchen eingeschlagene Verfahren war um so mehr berechtigt, als der Einfluss anderer Fehlerquellen, besonders zufälliger unvermeidlicher Verunreinigungen viel bedeutender war.

Es lässt sich jedoch auch dieser Mangel in folgender Weise beseitigen:

In reinem Wasser wurden an flachen Luftblasen, deren Durchmesser zwischen 14 und 100^{mm} schwankte, K und $K-x$ bestimmt. Nennt man die für den Durchmesser 100^{mm} gefundenen Werthe von K und $K-x$

$$K_\infty \text{ und } a,$$

so lässt sich das Verhältniss

$$u = \frac{K}{K_\infty} \quad v = \frac{K-x}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6$$

für jeden Durchmesser 2r durch Interpolation bestimmen.

Da nun flache Luftblasen in Wasser und in wässrigen Salzlösungen, wie der Versuch zeigt, sehr nahe dieselbe Gestalt haben, so braucht man die bei einer flachen Luftblase vom Durchmesser 2r in wässrigen Salzlösungen beobachteten Werthe von K und $K-x$ nur mit dem für reines Wasser bei demselben Durchmesser gefundenen Verhältniss u resp. v zu dividiren, um die entsprechenden Grössen für eine unendlich grosse Luftblase zu erhalten.

Ein analoges Verfahren wurde bei Alkohol und alkoholischen Salzlösungen benutzt.

Bei den Beobachtungen hatten die flachen Luftblasen in wässrigen Salzlösungen meist einen Durchmesser von etwa 30 ^{mm}, in alkoholischen Salzlösungen von etwa 20^{mm}. Bei diesen Dimensionen haben K und $K-x$ einen Maximalwerth. Bei kleinen Schwankungen des Durchmessers änderten sich dann diese Grössen am wenigsten.

Die Messungen wurden möglichst bald nach Enstehung der Luftblase angestellt, indem man das Mikroskop des Kathetometers nacheinander einstellte auf die Kuppe, den rechten und linken Bauch, die Kuppe, den rechten und linken Durchschnittspunkt der Meridian-Curve mit der horizontalen Glasplatte, und jedes Mal die Stellung der Kathetometer-Scala ablas. Eine ähnliche Reihe Ablesungen wurde wiederholt, nachdem der grösste Durchmesser 2r der flachen Luftblase gemessen war. Aus den 12 Ablesungen, die 2 bis 3 Minuten Zeit in Anspruch nahmen, ergaben sich je 4 Werthe für K und $K-x$, deren Mittelwerth mit Hülfe des Durchmessers 2r auf eine unendlich grosse Luftblase in der vorher beschriebenen Weise reducirt wurde.

Mit den so corrigirten Werthen von K und $K—\varkappa$ wurde dann aus Gl. 4 und 2 der Werth von α und a^2 berechnet. Die Bestimmungen an verschiedenen flachen Luftblasen zeigten keine grössere Verschiedenheit, als die Bestimmungen aus capillaren Steighöhen nach der ersten Methode.

§ 4. Sowohl die Capillar-Constante α, wie die specifische Cohäsion a^2 nehmen mit sinkender Temperatur zu, und erreichen kurz ehe die Flüssigkeit erstarrt, ihren grössten Werth. Diese Maximalwerthe hätte man eigentlich bei den verschiedenen Salzlösungen zu vergleichen. Ich habe jedoch, um Beschaffung und Uebersichtlichkeit der Apparate nicht zu sehr zu erschweren, vor der Hand darauf verzichten müssen, die Abhängigkeit von der Temperatur genauer zu bestimmen. Alle Messungen beziehen sich auf eine mittlere Temperatur von 15 bis 20°.

In der folgenden Tabelle sind die nach beiden Methoden erhaltenen Resultate zusammengestellt, zunächst nur für eine Reihe von Chloriden in Wasser gelöst, indem ich die bei andern Salzlösungen erhaltenen Resultate einer späteren Mittheilung vorbehalte.

Die mit S überschriebene Spalte giebt den Salzgehalt, die Gewichtstheile wasserfreien Salzes, welches in 100 Gewichtstheilen Wasser gelöst war.

Tabelle I.

No.	Substanz.	Spec. Gew.	Salzgehalt	Capillarröhren		Flache Luftblasen.		Röhren	Blasen
				Cohäsion	Spec. Cohäsion	Cohäsion	Spec. Cohäsion	Randwinkel	
		σ	S	(α)	(a^2)	α	a^2	Θ	ϑ
				mgr.	□mm	mgr.	□mm		
1	Wasser.	1,	0,	7,35	14,70	8,35	16,70	27°14′	28°20′
2	Chlor-Lithium . .	1,0595	11,14	7,798	14,72	8,810	16,96	31°26′	27°46′
	" . .	1,1233	25,14	8,409	14,97	9,556	17,01	30°48′	28°21′
3	Chlor-Ammonium .	1,0360	13,30	7,643	14,75	8,587	16,58	31°9′	27°7′
	" .	1,0758	35,18	8,086	15,03	8,907	16,56	32°43′	24°47′
4	Chlor-Natrium . .	1,0865	13,27	7,724	14,22	8,659	15,94	22°50′	26°53′
	" . .	1,1543	25,61	8,038	13,93	8,832	15,30	14°51′	24°30′
	" . .	1,1574	26,22	8,083	13,97	8,892	15,36	31°50′	24°37′
	" . .	1,2063	37,55	8,418	13,97	9,324	15,46	27°47′	25°28′
5	Chlor-Kalium . .	1,0487	8,03	7,430	14,17	8,335	15,90	24°7′	26°56′
	" . .	1,0932	16,13	7,667	14,03	8,494	15,54	29°13′	25°29′
	" . .	1,1471	27,36	7,848	13,69	8,564	14,93	1°50′	23°37′
	" . .	1,1709	32,83	8,008	13,68	8,756	14,95	13°42′	23°52′

5	Chlor-Magnesium .	1,1385	18,75	8,003	14,05	8,945	15,71	9°7′	26°30′
	,, .	1,2824	43,37	9,020	14,04	10,21	15,93	24°28′	27°56′
6	Chlor-Calcium . .	1,0813	10,33	7,627	14,11	8,456	15,64	26°55′	25°35′
	,, . .	1,1632	22,01			9,145	15,72	25°6′	
	,, . .	1,2128	28,20	8,322	13,72	9,391	15,48	32°55′	27°36′
	,, . .	1,3078	46,62			9,813	15,00	20°52′	
	,, . .	1,4197	70,61	9,656	13,64	10,327	14,55	29°35′	20°44′
7	Chlor-Strontium . .	1,0718	7,27	7,484	13,97	8,357	15,59	28°45′	26°27′
	,, . .	1,1303	15,83	7,613	13,47	8,432	14,92	26°22′	25°26′
	,, . .	1,2289	29,11	7,893	12,85	8,690	14,14	21°57′	24°43′
	,, . .	1,3622	49,08	8,422	12,36	9,236	13,56	19°16′	24°14′
8	Chlor-Barium . . .	1,0620	7,11	7,475	14,07	8,410	15,84	27°36′	27°16′
	,, . . .	1,1306	15,38	7,674	13,57	8,541	15,11	28°38′	26°4′
	,, . . .	1,2043	24,76	7,672	12,78	8,716	14,48	32°7′	28°19′
	,, . . .	1,2501	30,53	7,804	12,49	8,827	14,12	30°50′	27°51′

Die mit der Methode der Steighöhen in Capillarröhren gefundenen Werthe von (α) und (a^2) sind alle etwa 0,9 der mit flachen Luftblasen gefundenen.

Darnach würde entgegen der gewöhnlichen Annahme Glas von wässrigen Salzlösungen nicht benetzt werden und der Randwinkel etwa 25° statt 0° betragen.

Im Uebrigen zeigen die nach beiden Methoden ausgeführten Messungen eine befriedigende Uebereinstimmung. Bei verschiedenen Lösungen desselben Salzes nimmt die Cohäsion oder Oberflächenspannung α mit der Concentration zu. Die spec. Cohäsion a^2 ändert sich dagegen weit weniger und nimmt im Allgemeinen mit steigender Concentration ab. Eine Ausnahme bilden $LiCl$ NH_4Cl $MgCl_2$, wo sogar eine kleine Zunahme mit steigender Concentration bemerkbar ist.

Eine nähere Vergleichung der Werthe von (α) oder α bei verschiedenen Salzlösungen zeigt, dass bei derselben Concentration die Stoffe mit kleinem Aequivalentgewicht einen besonders hohen Werth der Oberflächen-Spannung zeigen. Es wurde die Anzahl y von Salz-Aequivalenten berechnet, die bei gleichem Chlorgehalt, mit 100 Aequivalenten Wasser in der Salzlösung verbunden sind. Die Spannung der freien Oberfläche oder die Cohäsion ist dann nahezu proportional mit y.

Für die Beobachtungen an Capillarröhren ist nahezu

$$(\alpha) \overset{\text{mgr.}}{=} 7{,}35 + 0{,}1783\, y \quad \ldots\ldots \quad 7a$$

für die Beobachtungen an flachen Luftblasen nahezu

$$\alpha \overset{\text{mgr.}}{=} 8{,}30 + 0{,}1870\, y \quad \ldots\ldots \quad 7b$$

Die nach beiden Formeln berechneten Werthe finden sich in der folgenden Tabelle mit den beobachteten zusammengestellt.

Tabelle II.

No.	Substanz.	Aeq.	y	Spec. Gewicht	(α) beob.	(α) ber.	α beob.	α ber.
					mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
1.	2 Li Cl	85	2,359	1,0595	7,798	7,770	8,810	8,741
			5,325	1,1233	8,409	8,299	9,556	9,296
2.	$2 NH_4Cl$	107	2,251	1,0360	7,643	7,751	8,587	8,721
			5,917	1,0758	8,086	8,405	8,907	9,407
3.	2 NaCl	117	2,042	1,0865	7,724	7,714	8,659	8,682
			3,940	1,1543	8,038	8,052	8,832	9,037
			4,033	1,1574	8,083	8,069	8,892	9,054
			5,779	1,2063	8,418	8,380	9,324	9,380
4.	2 K Cl	149	0,970	1,0487	7,430	7,523	8,335	8,481
			1,948	1,0932	7,667	7,697	8,494	8,664
			3,306	1,1471	7,848	7,939	8,564	8,918
			3,966	1,1709	8,008	8,057	8,756	9,042
5.	$MgCl_2$	95	3,591	1,1385	[illegible],003	7,990	8,945	8,971
			8,307	1,2824	9,020	8,831	10,21	9,853
6.	$Ca Cl_2$	111	1,676	1,0813	7,627	7,649	8,456	8,613
			3,570	1,1632			9,145	8,968
			4,573	1,2128	8,322	8,165	9,391	9,155
			7,561	1,3078			9,813	9,714
			11,45	1,4197	9,656	9,391	10,327	10,441
7.	$Sr Cl_2$	158,5	0,826	1,0718	7,484	7,497	8,357	8,454
			1,799	1,1303	7,613	7,671	8,432	8,636
			3,306	1,2289	7,893	7,939	8,690	8,918
			5,575	1,3622	8,422	8,344	9,236	9,342
8.	$Ba Cl_2$	208	0,615	1,0620	7,475	7,460	8,410	8,415
			1,330	1,1306	7,674	7,587	8,541	8,549
			2,143	1,2043	7,672	7,732	8,716	8,701
			2,642	1,2501	7,804	7,821	8,827	8,794

Abgesehen von Salmiak, wo eine nicht unwahrscheinliche Bildung von Ammoniak und Salzsäure den Unterschied erklären würde, stimmen beobachtete und berechnete Werthe der Cohäsion überein. Die Abweichungen fallen erst bei

sehr starken Concentrationen ausserhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler, so dass man sagen kann:

„Aequivalente Mengen verschiedener Chloride (von gleichem Chlorgehalt) zu derselben Menge Wasser gebracht, geben Salzlösungen von nahezu gleicher Cohäsion oder Oberflächenspannung."

§ 5. Die Beobachtungen an flachen Luftblasen gestatten den Werth des Randwinkels Θ mit Hülfe der Gl. 5 zu bestimmen. Die einzelnen Messungen zeigen aber weit grössere Unterschiede als die Bestimmungen von α. Zum Theil mag die Unsicherheit von der empirischen Reduction auf unendlich grossen Durchmesser der Luftblasen herrühren. Ich muss jedoch bemerken, dass auch ohne diese Reduction die einzelnen Beobachtungen ähnliche Verschiedenheiten des Randwinkels Θ ergeben und dass diese Verschiedenheiten sehr wohl durch zufällige Verschiedenheiten bei der Entstehung der Luftblasen bedingt sein können.

Eine zweite Bestimmung des Randwinkels ergiebt sich durch Combination der Messungen beider Methoden, da aus Gl. 2, 3 und 4

$$\frac{(\alpha)}{\alpha} = \cos.\vartheta \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 8$$

Die Mittelwerthe beider Bestimmungen sind in den letzten beiden Spalten der Tabelle I aufgeführt und stimmen im allgemeinen besser überein, als man bei so schwierigen Versuchen und so verschiedenen Beobachtungs-Methoden erwarten kann.

Da die Bildung der freien Oberfläche in verschiedenen Capillarröhren leichter in genau derselben Weise zu bewirken ist, als bei verschiedenen Luftblasen, so zeigen auch die Werthe von ϑ für verschiedene Salzlösungen eine bessere Uebereinstimmung, als die von Θ Würden ϑ und Θ vollkommen übereinstimmen, so würde der Unterschied der

Werthe (α) und α oder (a^2) und a^2 theoretisch vollständig erklärt sein.

Jedenfalls folgt aus diesen Versuchen, dass der Randwinkel bei Glas und wässrigen Salzlösungen nicht 0° ist. Es lässt sich diess auch direct nachweisen, wie ich an einer anderen Stelle ausführlicher erörtern werde.

§ 6. Alkoholische Lösungen derselben Salze verhalten sich ähnlich wie wässrige Lösungen, abgesehen von dem Randwinkel, der bei alkoholischen Lösungen 0° ist.

Die Messungen an flachen Luftblasen werden bei den alkoholischen Salzlösungen auch dadurch unsicherer, dass der Alkohol mit grosser Begierde Wasser aus der freien Luft anzieht.

Die Beobachtungsresultate sind für Chlorlithium und Chlorcalcium im Folgenden zusammengestellt.

Tabelle III.

No.	Substanz.	Spec. Gewicht.	Salzgehalt.	Capillarröhren		Flache Luftblasen	
				Cohäsion	Spec. Cohäsion	Cohäsion	Spec. Cohäsion
		σ	S	(α)	(a^2)	α	a^2
						mgr.	□mm.
	Alkohol	0,8064	0.			2,389	5,924
1.	Chlor-Lithium	0,8674	8,52	2,491	5,744	2,590	5,971
		0,9210	17,20	2,689	5,840	2,735	5,939
2.	Chlor-Calcium	0,8004	0.	2,295	5,733	2,287	5,712
		0,8537	6,93	2,407	5,639	2,346	5,497
		0,9012	13,93	2,502	5,553	2,464	5,468

Auch hier ändert sich wie bei wässrigen Salzlösungen die spec. Cohäsion nur unbedeutend mit der Concentration.

Dagegen ist wieder die Oberflächenspannung α nahezu proportional mit der Anzahl y von Salz-Aequivalenten, die in 100 Aequivalenten Alkohol gelöst sind. Es ist nämlich (α) und α nahezu gegeben durch

$$\alpha = \overset{\text{mgr.}}{2,336} + 0,1097\ y$$

wie die folgende Zusammenstellung der beobachteten und berechneten Werthe zeigt.

Tabelle IV.

No.	Substanz.	Aeq.	y	Spec. Gewicht.	Cohäsion.		
					(α) beob.	α beob.	α ber.
					mgr.	mgr.	mgr.
1.	2 LiCl	85	1,804	0,8674	2,491	2,590	2,534
			3,642	0,9210	2,689	2,735	2,736
2.	$CaCl_2$	111	1,124	0,8537	2,407	2,346	2,459
			2,260	0,9012	2,502	2,464	2,584

Das am Schluss von § 4 für wässrige Salzlösungen ausgesprochene Gesetz würde hiernach auch für alkoholische Lösungen gelten.

§ 7. Elastische Nachwirkung bei Flüssigkeiten.

Ausser der oben erwähnten unvollkommenen Benetzung unterscheiden sich die Versuche mit Capillarröhren noch in einem anderen wesentlichen Punkte, von denen über flache Luftblasen.

Schützt man den Meniskus oder die freie Oberfläche im Innern der Capillarröhre vor Verunreinigungen, so bleibt die Steighöhe stundenlang ungeändert, sowohl bei reinem Wasser und Alkohol, als auch bei Lösungen von Salzen in diesen Flüssigkeiten.

Dagegen nimmt die Höhe flacher Luftblasen in diesen Flüssigkeiten mit der Zeit ab, zuerst schnell, dann langsamer, und nähert sich einer gewissen Grösse, die sie nach 20 bis 40 Stunden erreicht.

Es zeigt dies, dass die Cohäsion oder Oberflächenspannung der erwähnten Flüssigkeiten zuerst schnell, dann langsamer abnimmt.

Bei reinem Wasser war

$0^h \quad 3^h48 \quad 21^h20'$

nach Entstehung der freien Oberfläche

$\alpha = 8{,}445 \quad 8{,}195 \quad 7{,}940$ mgr.

Wurde die flache Luftblase statt mit atmosphärischer Luft mit reinem Wasserstoff erzeugt, so war

$0^h \quad 1^h3' \quad 17^h23' \quad 21^h4$

nach Entstehung der freien Oberfläche

$\alpha = 8{,}455, \quad 8{,}420 \quad 7{,}985 \quad 7{,}590$ mgr.

Bei reinem Alkohol und atmosphärischer Luft war

$0^h \quad 0^h14' \quad 1^h44' \quad 2^h30' \quad 5^h51'$

nach der Entstehung der freien Oberfläche

$\alpha = 2{,}329 \quad 2{,}268 \quad 2{,}228 \quad 2{,}222 \quad 2{,}220$ mgr.

Werden durch Bewegen der Luftblase wieder neue Flüssigkeitstheilchen an die Oberfläche gebracht, so nimmt die Höhe der Luftblase oder die Oberflächenspannung α wieder zu, ohne jedoch den ursprünglichen Maximalwerth wieder zu erreichen. Eine in derselben Flüssigkeit frisch erzeugte flache Luftblase giebt aber sofort nach der Herstellung gemessen, wieder den ursprünglichen Maximalwerth für α.

Bei Salzlösungen ist diese Abnahme der Höhe flacher Luftblasen oder der Spannung der freien Flüssigkeits-Oberfläche noch viel bedeutender. Je nach der Natur der Flüssigkeit sinkt der Werth von α von der Grösse, wie er der frisch gebildeten Oberfläche zukommt (8,4 bis 11^{mgr}, je nach der Natur der Salzlösung) im Laufe von 6 bis 70

Stunden nicht nur bis $7{,}6^{mgr}$, wie er einer reinen lange gebildeten Wasserfläche entsprechen würde, sondern noch bedeutend tiefer bis 7 oder 6^{mgr}. Beim Bewegen der Luftblase nimmt er wieder zu, sobald neue Theilchen aus dem Innern der Flüssigkeit an die Oberfläche gelangen. Eine frisch gebildete flache Luftblase giebt wieder den ursprünglichen Maximalwerth für α.

Während also Versuche an Capillarröhren keine merkliche Aenderung der Capillar-Constante α mit der Zeit zeigen, tritt dieselbe in hohem Grade deutlich bei flachen Luftblasen hervor und geht bei den letzteren sogar weiter, als die im Anfang dieser Mittheilung (§ 1) erwähnte Theorie erwarten lässt.

Diese Erscheinungen sind analog denen der elastischen Nachwirkung bei festen Körpern. Eine Flüssigkeit zeigt je nach den Bedingungen, unter denen sie sich befindet und je nach den Kräften, denen sie im Laufe der Zeit unterworfen gewesen ist, ganz verschiedene Eigenschaften — verschiedene Dichtigkeit, verschiedene Cohäsion, verschiedene Beweglichkeit, verschiedene elektromotoriche Kraft (vergl. Pogg. Ann. 153 p. 164 1874). Die Abnahme der Oberflächenspannung α mit der Zeit, welche Salzlösungen zeigen, rührt wahrscheinlich von einer sehr dünnen Wasserschicht her, die sich an der freien Oberfläche der Salzlösung ansammelt. Diese Wasserschicht, deren Dicke von der Ordnung des Radius der Wirkungssphäre der Molecularkräfte ist (circa $0{,}000050^{mm}$) hat aber ganz verschiedene Eigenschaften, je nachdem sie sich zwischen Luft und Wasser, oder Luft und Salzlösungen, befindet.

Dass bei einem Flüssigkeits-Meniskus in einer Capillarröhre diese Aenderungen weniger deutlich hervortreten, könnte darin seinen Grund haben, dass die von der Glaswand auf die benachbarten Flüssigkeitstheilchen ausgeübten Molecularkräfte eine Concentrationsänderung der Salzlösung

oder eine Dichtigkeitsänderung des Wassers und Alkohols verhindern.

Die Berührungsflächen der Flüssigkeiten mit Luft zeigen hiernach ähnliche Verschiedenheiten, wie die Berührungsflächen mit anderen Flüssigkeiten oder mit festen Körpern, jedoch mit dem Unterschiede, dass bei den letzteren eine Verdichtung, bei den ersteren eine Verdünnung der Flüssigkeitstheilchen allmählig aufzutreten scheint.

Heidelberg, den 30. December 1875.

Herr W. Beetz trug vor:

Ueber anomale Angaben des Goldblatt-electroskops.

Dasjenige Goldblattelectroskop, welches in den physikalischen Cabineten allein noch angewandt zu werden pflegt, ist das Kugelelectroskop [1]). Für die meisten feineren Untersuchungen ist dasselbe zwar durch das Säulenelectroskop fast ganz verdrängt und zur Demonstration in den Vorlesungen eignet es sich seiner kleinen Dimensionen wegen auch nicht besonders; (ich bediene mich statt seiner für diesen Zweck stets des sehr empfindlichen und weithin sichtbaren Bifilarelectroskops [2]); immerhin ist aber das Goldblattelectroskop noch vielfach in Anwendung, z. B. wenn man untersuchen will, ob ein Körper ein Leiter der Electricität ist, oder nicht.

Soll ein solches Electroskop geladen werden, so lässt man die auf der Oberfläche eines geriebenen Körpers vorhandene Electricität in der Regel nur durch Influenz auf den Leiter des Electroskops wirken; unter Umständen theilt man diesem aber auch direct durch Berührung Electricität mit, z. B. wenn man die Anwendung des Electroscops zeigen will, ehe man die Lehre von der Influenz erläutert hat. In einem solchen Falle fand Herr Forster [3]), dass das Electroskop, wenn es durch Berührung mit einem stark negativ electrischen Körper geladen worden war, eine positive Ladung angenommen hatte. Die Erklärung, welche derselbe von dieser sonderbaren Erscheinung giebt, ist folgende: „Nähert

---

[1]) P. Riess, die Lehre von der Reibungselectricität, 1853. I. p. 60.
[2]) W. Beetz, Bifilarelectroskop, Carl. Rep. IX. p. 182.
[3]) Poggend. Ann. CXLIV. p. 489. 1871.

man dem Knopf des Electroskops die stark negativ electrische Stange, so findet Vertheilung der Electricitäten im Electroskop statt. Die + E strömt in den Knopf, in welchem sie durch die — E der Stange gebunden wird; die — E strömt in die Blättchen, welche unter ihrem Einflusse divergiren. Unter dem Einflusse der Stange strömt - E aus dem Electroskop ab, während im Knopf sich immer mehr + E sammelt und gebunden wird. Im Momente des Berührens von Stange und Knopf giebt die Stange diejenige Menge — E, welche an der Berührungsstelle vorhanden ist, an den Knopf ab und neutralisirt in demselben eine entsprechende Menge + E. Da aber die mit dem Knopfe nicht in unmittelbarer Berührung befindlichen Theile der Stange ihre — E nicht abgeben, so wird dieser Ueberschuss von — E die angedeutete Vertheilung und Bindung fortsetzen, in Folge dessen sich im Knopfe viel mehr gebundene + E, als in den Blättchen freie — E ansammelt, weil ein fortwährender Verlust an — E des Electroskops stattfindet."

Diese Erklärung ist ohne Frage richtig, nur lässt sie einen Umstand unerörtet, nämlich den: wohin strömt die — E aus dem Electroskop unter dem Einfluss der — E der Stange? Dies wird sofort klar, wenn man nicht nur die eine beschriebene Thatsache betrachtet, sondern die ganze Reihe der abnormen Erscheinungen, welche das Electroskop zeigt.

Ich stellte meine Versuche mit verschiedenen Electroskopen und verschiedenen Electricitätsquellen an, will aber in der Folge immer von ein und demselben Electroskop, einem Kugelelectroskop von Schubert in Gent mit Aluminiumblättchen, und immer von ein und derselben Electricitätsquelle, einer mit Katzenfell geriebenen Siegellackstange reden.

1) Nähert man die Stange dem Knopfe des Electroskops, ohne denselben zu berühren, so divergiren die Blättchen

und zwar zeigen sie nach Entfernung der Stange, wenn die Annäherung einige Secunden gedauert hatte oder die Stange langsam über den Knopf hingeführt worden war, positive Electricität. (Auch dies hat Herr Forster schon beobachtet). Ueberlässt man nun das Electroskop sich selbst, so fallen die Blättchen langsam zusammen. Berührt man aber den Knopf, so lange die Divergenz noch dauert, einen Moment leitend, so fallen die Blättchen plötzlich zusammen, allmählich aber gehen sie wieder auseinander und zwar mit negativer Electricität. Dieser Vorgang zeigt, wohin die — E aus dem Electroskop geströmt ist: nämlich auf die innere Glasfläche. Sobald die — e Stange dem Knopfe genähert wird, strömt — E aus den Blättchen auf die Glasfläche; im Knopfe bleibt aber + E. Entfernt man die Stange, so divergiren die Blättchen mit + E, saugen aber langsam die — E von der Glasfläche wieder ein und der Versuch ist zu Ende. Berührt man aber sofort den Knopf des mit + E geladenen Electroskops, so wird diese abgeleitet, die unelectrisch gewordenen Blättchen saugen aber ebenfalls die — E von der Glasfläche wieder ein und divergiren mit derselben. Haben sie das Maximum der Divergenz erreicht und man berührt den Knopf, so wird das Electroskop entladen.

2) Berührt man den Knopf mit der Stange und entfernt diese dann, so divergiren die Blättchen heftig mit positiver Electricität; die Divergenz verliert sich nur schwer. Berührt man den Knopf, so bleibt die Divergenz mit positiver Electricität bestehen. Sehr allmählich nimmt sie ab; berührt man unterdess wieder den Knopf, so nimmt sie sogar wieder zu und nur sehr schwer nimmt das Electroskop seinen völlig unelectrischen Zustand wieder an. Die Erklärung dieser auffallenden Erscheinung ist folgende: Beim Berühren des Knopfes mit dem stark — e Körper wird das Electroskop ganz in der von Herrn Forster angegebenen

Weise mit + E geladen. Hat man statt der geriebenen Siegellackstange eine geriebene Ebonitplatte genommen, so sieht man beim Aufstreuen eines Gemisches von Schwefel- und Mennigepulver eine positive Staubfigur an der Stelle entstehen, an welcher der Funke zwischen dem Knopf und der Platte übergegangen ist. Nach dieser Richtung entweicht also, wie sich von selbst versteht, + E aus dem Knopfe; aber die — E, durch deren Austritt die + e Ladung des Electroskops allein erklärt werden kann, ist in grosser Menge auf die Glasfläche übergetreten. Berührt man den Knopf, so leitet man die + E nicht ab, weil sie zu stark durch jene, auf der Glasplatte ausgebreitete — E gebunden ist. Fallen die Blättchen langsam zusammen, und man berührt den Knopf wieder, so ist immer noch — E genug auf dem Glase vorhanden, um durch Influenz bedeutende Mengen von + E in den Blättchen festzuhalten. Man nimmt also durch Berührung nur die in die Blättchen zurückgekehrte und nicht gebundene — E, aber nicht die + E fort. Nur langsam kann die grosse Menge der auf dem Glase haftenden Electricität ihren Ausweg durch die Blättchen finden.

Alle beschriebenen Erscheinungen setzen gar nicht etwa sehr kräftige Electricitätsquellen voraus; man kann dieselben auch mit einem an einem Kautschuktuch oder an Amalgam geriebenen Glasstabe leicht hervorrufen. Wohl aber ist die Länge der Blättchen nicht gleichgültig: mit etwas längeren Blättchen treten alle Erscheinungen stärker auf; selbstverständlich dürfen dieselben unter keinen Umständen bis an die Kugelwände reichen.

Wenn nach diesen Angaben das Electroskop geradezu eins der unbrauchbarsten physikalischen Instrumente zu werden scheint, so ist dies nur deshalb der Fall, weil man eine höchst einfache Zugabe zum Electroskop, welche Herr Riess in der oben angezogenen Beschreibung desselben ganz

klar angegeben und abgebildet hat, als ganz überflüssig unbeachtet gelassen hat: das ist die Stanniolbekleidung auf der Aussenseite der Glaskugel, welche den Messinghals des Instrumentes mit dessen Fussgestell leitend verbindet. Die älteren Electroskope von Cavallo, Volta, Bennet trugen solche Stanniolbelege an der Innenseite des Glasgefässes, um die etwa zu stark divergirenden Pendel zu entladen, wenn sie an die Gefässwände anschlagen. Am Kugelelectroskop sind die Belege aussen angebracht; hiedurch sind zunächst die störenden Einflüsse vermieden, welche durch jede noch so leichte Reibung der den Blättchen gegenüberstehenden Glaswände entstehen müssen, dann aber wird auch die aus den Blättchen auf die Innenseite der Glaswände überströmende Electricität sofort grösstentheils gebunden. Der geringe ungebunden bleibende Ueberschuss, im betrachteten Falle — E, reicht deshalb nicht hin, um eine erhebliche Menge + E in den Blättchen festzuhalten, und deshalb divergiren dieselben selbst nach der Berührung mit dem — e Körper niemals mit + E, sondern, wie man es immer erwartet hat, mit — E. Berührt man den Knopf der Electroskops, während die Blättchen divergiren, so erfolgt in der That eine Entladung und ebenso kann man das nicht mit Stanniolbelegen versehene Electroskop scheinbar vollständig entladen, wenn man die untere Kugelhälfte mit einer Hand bedeckt, während man mit der anderen den Knopf berührt. Aber eine solche Entladung trifft noch nicht die Glaskugel, in welcher vielmehr beide Electricitäten wie in einer leydener Flasche festgehalten sind, so dass je nach zufälligen Umständen doch noch Störungen in den normalen Angaben des Electroskops stattfinden können. Ebenso wirkt jeder noch so schwach leitende Ueberzug auf der äusseren Glasfläche, z. B. Feuchtigkeit, bindend auf die innen haftende Electricität; die oben beschriebenen Vorgänge finden deshalb am reinsten statt, wenn man die äussere Glasfläche zuvor mit Alkohol

sauber abgeputzt und bis zum Ablaufen des Beschlages mit einer Flamme erwärmt hat. Wäscht man dagegen das Glas mit Alkohol ab, ohne es zu erwärmen, und stellt sogleich die Versuche an, so ladet sich oft das Electroskop beim Berühren mit der Siegellackstange negativ, weil die durch die Verdunstung des Alkohols entstandene Kälte die Bildung eines wässrigen Niederschlages auf der Glasfläche veranlasst hat.

Jedenfalls zeigen die vorstehenden Mittheilungen, dass das Glas überhaupt der unzweckmässigste Körper ist, aus dem man das Gehäuse eines Electroskops hat herstellen können. In der That hat man an anderen electrischen Beobachtungs- und Messapparaten dasselbe schon lange durch Metall ersetzt: so z. B R. Kohlrausch an seinem Torsions- und Sinuselectrometer, Thomson an seinem Quadrantelectrometer. Ich habe ein Electroskop construiren lassen, dessen Gehäuse ein horizontalliegendes, von Metallfüssen getragenes Messingrohr von 12 cm Durchmesser und 8 cm Länge ist. Seine beiden Endflächen sind durch verticale Glasplatten geschlossen, denen parallel die Ebene liegt, in welcher die Aluminiumblättchen divergiren. An einem solchen Electroskop bilden sich nirgends störende Rückstände; man kann alle seine Theile ganz vollständig entladen, indem man Knopf und Gehäuse leitend mit einander verbindet; ausserdem eignet es sich für objective Projection besser, als das Kugelelectroskop. Durch lange dauernde Annäherung eines — e Körpers nehmen die Blättchen wohl auch in diesem Electroskop eine geringe + E an, während die zugehörige — E abgeleitet wird, beim Berühren überwiegt aber sofort die mitgetheilte — E über die durch Influenz erzeugte + E, weil diese nicht mehr durch eine gegenüberstehende — E festgehalten wird. Die sonst vorhandene Quelle des Irrthums ist also vermieden.

Endlich hat dieses Mantelelectroskop noch die vortreff-

liche Eigenschaft, dass man es durch denselben electrischen Körper durch Influenz nach Belieben positiv oder negativ laden kann. Ist der electrische Körper wieder die geriebene Siegellackstange, so geschieht die positive Ladung wie immer. Will man aber das Electroskop negativ laden, so stellt man es auf eine Ebonitplatte, nähert die Siegellackstange dem Knopf, berührt mit dem Finger das Gehäuse, entfernt dann den Finger und darauf die Siegellackstange. Die Blättchen hängen jetzt neutral herab, wie wenn in ihrer Nähe gar kein electrischer Körper wäre; in der That aber befinden sie sich im Innern des durch Influenz positiv-electrisch gemachten Cylinders. Berührt man daher jetzt den Knopf des Electroskops leitend, so entzieht man demselben + E, während die Blättchen sofort mit — E divergiren.

Das Mantelelectroskop vermeidet also die Fehlerquellen der bisher gebräuchlichen Apparate und gestattet ausserdem eine weitere Anwendbarkeit, als jene.

Derselbe machte folgende Bemerkung

„Ueber das electrische Leitungsvermögen des Braunsteins und der Kohle."

Auf Veranlassung des Herrn von Kobell prüfte ich einige Manganerze, welche mir Derselbe freundlichst übergab, auf ihr electrisches Leitungsvermögen. Es war ein Pyrolusit und ein Manganit. Durch Spalten und weiteres Bearbeiten mit der Feile wurden aus den gegebenen Erzen möglichst gut prismatische Stücke hergestellt. Das eine Ende eines solchen Prismas wurde durch Eintauchen in leichtschmelzbare Metalllegirung mit einer Metallhülse versehen, an welcher ein Leitungsdraht befestigt wurde; das andere Ende wurde bis zu einer bezeichneten Stelle in Quecksilber getaucht, [illegible]n wurde der Widerstand der ganzen Combination be-

stimmt. Darauf wurde das Prisma bis zu einer zweiten bezeichneten Stelle in Quecksilber versenkt, und wiederum der Widerstand der Combination bestimmt. Die Differenz der beiden Ergebnisse ist dann der Widerstand des zwischen den beiden Zeichen liegenden Leiterstückes von bekannter Länge. Der mittlere Querschnitt desselben wurde aus dem Gewichte des Stückes und dessen Dichtigkeit berechnet.

Da ich theils früher, theils jetzt das Leitungsvermögen einiger Kohlensorten bestimmt habe, so theile ich auch die mit diesen Körpern erhaltenen Resultate hier mit. Während die für die Manganerze erhaltenen Zahlen nur als Annäherungen an die wahren Werthe betrachtet werden dürfen, weil die gegebenen Stücke nur sehr klein und die prismatische Gestalt etwas mangelhaft war, und weil in den verschiedenen Richtungen diese Erze ihres strahligen und krystallinischen Gefüges wegen gewiss sehr verschiedene Leitungsfähigkeit besitzen, dürfen die für die Kohle gegebenen Werthe auf grössere Genauigkeit Anspruch machen, weil die angewandten Stücke von sehr regelmässig prismatischer Form und von bedeutender Länge waren. Die an verschieden langen Stücken beobachteten Widerstände stehen denn auch sehr nahe im richtigen Verhältniss zu den Längen. Die Querschnitte wurden an den grösseren Stücken (3, 5 und 6) durch Messung der Breite und Dicke direct gefunden, an allen übrigen wie an den Manganerzen aus Masse und Dichtigkeit berechnet.

Das gefundene Leitungsvermögen λ bezieht sich auf das des Quecksilbers = 1; der Siemensschen Definition der Widerstandseinheit entsprechend sind deshalb die Längen der Leiter l in Metern, ihre Querschnitte q in Quadratmillimetern ausgedrückt. Ueber die einzelnen Kohlensorten mache ich noch folgende Angaben:

4) Graphitstifte von Faber sind sehr homogene unbekleidete Stifte aus Bleistiftmasse, im Handel bezeichnet F.

liche Eigenschaft, dass man es durch denselben electrischen Körper durch Influenz nach Belieben positiv oder negativ laden kann. Ist der electrische Körper wieder die geriebene Siegellackstange, so geschieht die positive Ladung wie immer. Will man aber das Electroskop negativ laden, so stellt man es auf eine Ebonitplatte, nähert die Siegellackstange dem Knopf, berührt mit dem Finger das Gehäuse, entfernt dann den Finger und darauf die Siegellackstange. Die Blättchen hängen jetzt neutral herab, wie wenn in ihrer Nähe gar kein electrischer Körper wäre; in der That aber befinden sie sich im Innern des durch Influenz positiv-electrisch gemachten Cylinders. Berührt man daher jetzt den Knopf des Electroskops leitend, so entzieht man demselben +E, während die Blättchen sofort mit —E divergiren.

Das Mantelelectroskop vermeidet also die Fehlerquellen der bisher gebräuchlichen Apparate und gestattet ausserdem eine weitere Anwendbarkeit, als jene.

Derselbe machte folgende Bemerkung

„Ueber das electrische Leitungsvermögen des Braunsteins und der Kohle."

Auf Veranlassung des Herrn von Kobell prüfte ich einige Manganerze, welche mir Derselbe freundlichst übergab, auf ihr electrisches Leitungsvermögen. Es war ein Pyrolusit und ein Manganit. Durch Spalten und weiteres Bearbeiten mit der Feile wurden aus den gegebenen Erzen möglichst gut prismatische Stücke hergestellt. Das eine Ende eines solchen Prismas wurde durch Eintauchen in leichtschmelzbare Metalllegirung mit einer Metallhülse versehen, an welcher ein Leitungsdraht befestigt wurde; das andere Ende wurde bis zu einer bezeichneten Stelle in Quecksilber getaucht, dann wurde der Widerstand der ganzen Combination be-

stimmt. Darauf wurde das Prisma bis zu einer zweiten bezeichneten Stelle in Quecksilber versenkt, und wiederum der Widerstand der Combination bestimmt. Die Differenz der beiden Ergebnisse ist dann der Widerstand des zwischen den beiden Zeichen liegenden Leiterstückes von bekannter Länge. Der mittlere Querschnitt desselben wurde aus dem Gewichte des Stückes und dessen Dichtigkeit berechnet.

Da ich theils früher, theils jetzt das Leitungsvermögen einiger Kohlensorten bestimmt habe, so theile ich auch die mit diesen Körpern erhaltenen Resultate hier mit. Während die für die Manganerze erhaltenen Zahlen nur als Annäherungen an die wahren Werthe betrachtet werden dürfen, weil die gegebenen Stücke nur sehr klein und die prismatische Gestalt etwas mangelhaft war, und weil in den verschiedenen Richtungen diese Erze ihres strahligen und krystallinischen Gefüges wegen gewiss sehr verschiedene Leitungsfähigkeit besitzen, dürfen die für die Kohle gegebenen Werthe auf grössere Genauigkeit Anspruch machen, weil die angewandten Stücke von sehr regelmässig prismatischer Form und von bedeutender Länge waren. Die an verschieden langen Stücken beobachteten Widerstände stehen denn auch sehr nahe im richtigen Verhältniss zu den Längen. Die Querschnitte wurden an den grösseren Stücken (3, 5 und 6) durch Messung der Breite und Dicke direct gefunden, an allen übrigen wie an den Manganerzen aus Masse und Dichtigkeit berechnet.

Das gefundene Leitungsvermögen λ bezieht sich auf das des Quecksilbers = 1; der Siemensschen Definition der Widerstandseinheit entsprechend sind deshalb die Längen der Leiter l in Metern, ihre Querschnitte q in Quadratmillimetern ausgedrückt. Ueber die einzelnen Kohlensorten mache ich noch folgende Angaben:

4) Graphitstifte von Faber sind sehr homogene unbekleidete Stifte aus Bleistiftmasse, im Handel bezeichnet F.

Crayons d'artiste. 3) und 5) sind parallelopipedische Kohlenstücke für Bunsenelemente und zwar ist 5 eine sehr gute Kohle aus Münchener Gasretortenkohle geschnitten, 3 dagegen eine Kohle aus Nürnberg von so grossem Widerstande, dass sie sich für den Gebrauch in der Batterie als vollständig unbrauchbar erwiesen hat.

6) Ist eine Kohlenplatte aus einer Bunsenschen Plattenbatterie, wie sie Ruhmkorff seinen Inductionsapparaten beigiebt. Alle Batteriekohlen waren noch ungebraucht und vor der Messung gut getrocknet.

7) Ist ein Kohlenstab von einer Faucaultschen Lampe, von Duboscq geliefert.

Die Beobachtungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

No.	Leiter	s	q	l	w	λ
1	Manganit	4,34	14,43	0,012	520	0,0000016
			10,00	0,006	230	0,0000026
2	Pyrolusit	4,66	3,23	0,024	60	0,000123
			1,41	0,026	80	0,000230
3	Nürnberger Batteriekohle	1,47	1125	0,140	0,73	0,00017
				0,070	0,37	
4	Graphitstab von Faber	2,28	2,36	0,100	8,55	0,00455
				0,050	4,30	
5	Münchener Retortenkohle	1,72	1272	0,140	0,010	0,0110
6	Kohlenplatte vonRuhmkorff	1,82	1232	0,140	0,009	0,0138
				0,070	0,005	
7	Kohlenstab von Duboscq	1,90	22,42	0,140	0,217	0,0288
				0,070	0,109	

Das Leitungsvermögen der beiden Manganerze ist also sehr gering; das einer concentrirten Zinkvitriollösung würde sogar grösser sein, als das des Manganits (0,0000046). Die schlechtleitenden Kohlensorten 3 und 4 sind keine reine Kohle, sondern Gemische mit schlechten Leitern. Dagegen sind die drei letzten Stücke 5, 6 und 7 aus Retortenkohle geschnitten; ihr Leitungsvermögen nimmt in derselben Ordnung zu, wie ihre Dichtigkeit. Die Pariser Kohlen sind weitaus die am besten leitenden.

Herr Matthiessen [4]) hat auch einige Angaben über die Leitungsfähigkeit mehrerer Graphit- und Kohlensorten gemacht. Wenn dieselben auf die Leitungsfähigkeit des Quecksilbers = 1 reducirt werden, so ordnen sie sich zwischen die von mir gefundenen Werthe. Er fand nämlich für

Graphit (Bleistiftmasse) zwischen 0,0425 und 0,0024
Batteriekohle 0,00177.
Gaskohle 0,0224.

---

4) Poggend. Ann. CIII. p. 428.

Crayons d'artiste. 3) und 5) sind parallelopipedische stücke für Bunsenelemente und zwar ist 5 eine s. Kohle aus Münchener Gasretortenkohle geschnitten gegen eine Kohle aus Nürnberg von so grossem Wid dass sie sich für den Gebrauch in der Batterie als v unbrauchbar erwiesen hat.

6) Ist eine Kohlenplatte aus einer Bunsenschen batterie, wie sie Ruhmkorff seinen Inductionsappar giebt. Alle Batteriekohlen waren noch ungebraucht der Messung gut getrocknet.

7) Ist ein Kohlenstab von einer Faucaultsche von Duboscq geliefert.

Die Beobachtungen sind in folgender Tabelle zu gestellt.

No.	Leiter	s	q	l	w	
1	Manganit	4,34	14,43	0,012	520	0,(
			10,00	0,006	230	0,(
2	Pyrolusit	4,66	3,23	0,024	60	0,(
			1,41	0,026	80	0,(
3	Nürnberger Batteriekohle	1,47	1125	0,140	0,73	0,(
				0,070	0,37	
4	Graphitstab von Faber	2,28	2,36	0,100	8,55	0,(
				0,050	4,30	
5	Münchener Retortenkohle	1,72	1272	0,140	0,010	0,(
6	Kohlenplatte vonRuhmkorff	1,82	1232	0,140	0,009	0,(
				0,070	0,005	
7	Kohlenstab von Duboscq	1,90	22,42	0,140	0,217	0,(
				0,070	0,109	

Herr Wilhelm von Bezold spricht

„Ueber die Vergleichung von Pigmentfarben mit Spectralfarben".

Nach dem Gesetze der Farbenmischung, wie es zuerst von Newton aufgestellt, und später durch die Untersuchungen von Grassmann, Helmholtz und Maxwell als richtig erwiesen wurde, lässt sich jede Farbenempfindung, deren wir fähig sind, durch Mischung einer Spectralfarbe mit Weiss hervorrufen. Ausgenommen sind hievon nur die sogenannten Purpurtöne, für welche zwei Spectralfarben nämlich Roth und Blau erforderlich sind und ausserdem allenfalls noch mehr oder weniger Weiss. Von diesen Tönen soll im Folgenden gänzlich abgesehen werden.

Unter Berücksichtigung der eben gemachten Beschränkung genügt demnach zur vollständigen Bestimmung irgend einer Farbe die Kenntniss dreier Stücke: des Farbentones, der Reinheit[1]) und der Helligkeit, d. h. man muss vor Allem jene Spectralfarbe kennen, durch deren Mischung mit Weiss sich die betreffende Farbe herstellen lässt, dann das Verhältniss, nach welchem diese Mischung vorgenommen werden muss, und endlich die Helligkeit der Mischfarbe oder einer ihrer Componenten nach irgend einem fest bestimmten Maasse.

Wäre man im Stande, diese einzelnen hier genannten Grössen mit Schärfe zu bestimmen, so könnte man auch die Farbe eines Pigmentes durch drei Zahlen vollständig

1) Vgl. Poggdff. Ann. Bd. CL. S. 77 u. 78.

charakterisiren. Ein Versuch eine solche Bestimmung wirklich auszuführen, ist meines Wissens noch niemals gemacht worden. Zwar hat Maxwell zwischen verschiedenen Pigmenten Farbengleichungen hergestellt, aber er beschränkte sich hierauf, ohne eine Reduction auf die prismatischen Farben vorzunehmen. Chevreul dagegen, dessen „Exposé d'un moyen de definir et nommer les couleurs" den ganzen 33. Band der Memoiren der Pariser Academie einnimmt, liess bei dieser umfangreichen und mühsamen Arbeit das Gesetz der Farbenmischung so sehr ausser Acht und räumte dem blossen Gefühle einen solchen Spielraum ein, dass man diesem Werke zwar eine gewisse praktische Bedeutung nicht absprechen, aber kaum einen hohen wissenschaftlichen Werth beilegen kann. Auch die Vergleichung der Farben einiger gefärbten Körper mit Stellen des Spectrums, welche er im Vereine mit E. Becquerel ausführte und von letzterem a. a. O. auf S. 46–48 beschrieben ist, flösst wegen der dabei angewendeten Methode nur mässiges Vertrauen ein. Aber selbst wenn diese wenigen Bestimmungen vollkommen gelungen sein sollten, so wäre die Methode doch jedenfalls viel zu umständlich, um eine häufigere Anwendung zu gestatten. Bei Pigmenten von geringerer Helligkeit oder Reinheit müsste sie überdies erst wesentlich modificirt werden.

Im Folgenden sollen nun zwei Methoden beschrieben werden, vermittelst deren man wenigstens eines dieser Elemente, und zwar das interessanteste, den Farbenton, auf einfache Weise und mit geringer Mühe ermitteln kann.

Diese Methoden schliessen sich eng an einen Vorschlag an, der einmal, ich weiss leider nicht mehr, wo und von welcher Seite, gemacht wurde, um Mischungen von Pigment- und Spectralfarben hervorzubringen.

Der genannte Vorschlag bestund darin, die Scala im Scalenfernrohre eines gewöhnlichen Spectralapparates durch eine passend erleuchtete farbige Fläche zu ersetzen; dann

und zwar zeigen sie nach Entfernung der Stange, wenn die Annäherung einige Secunden gedauert hatte oder die Stange langsam über den Knopf hingeführt worden war, positive Electricität. (Auch dies hat Herr Forster schon beobachtet). Ueberlässt man nun das Electroskop sich selbst, so fallen die Blättchen langsam zusammen. Berührt man aber den Knopf, so lange die Divergenz noch dauert, einen Moment leitend, so fallen die Blättchen plötzlich zusammen, allmählich aber gehen sie wieder auseinander und zwar mit negativer Electricität. Dieser Vorgang zeigt, wohin die — E aus dem Electroskop geströmt ist: nämlich auf die innere Glasfläche. Sobald die — e Stange dem Knopfe genähert wird, strömt — E aus den Blättchen auf die Glasfläche; im Knopfe bleibt aber + E. Entfernt man die Stange, so divergiren die Blättchen mit + E, saugen aber langsam die — E von der Glasfläche wieder ein und der Versuch ist zu Ende. Berührt man aber sofort den Knopf des mit + E geladenen Electroskops, so wird diese abgeleitet, die unelectrisch gewordenen Blättchen saugen aber ebenfalls die — E von der Glasfläche wieder ein und divergiren mit derselben. Haben sie das Maximum der Divergenz erreicht und man berührt den Knopf, so wird das Electroskop entladen.

2) Berührt man den Knopf mit der Stange und entfernt diese dann, so divergiren die Blättchen heftig mit positiver Electricität; die Divergenz verliert sich nur schwer. Berührt man den Knopf, so bleibt die Divergenz mit positiver Electricität bestehen. Sehr allmählich nimmt sie ab; berührt man unterdess wieder den Knopf, so nimmt sie sogar wieder zu und nur sehr schwer nimmt das Electroskop seinen völlig unelectrischen Zustand wieder an. Die Erklärung dieser auffallenden Erscheinung ist folgende: Beim Berühren des Knopfes mit dem stark — e Körper wird das Electroskop ganz in der von Herrn Forster angegebenen

Weise mit + E geladen. Hat man statt der geriebenen Siegellackstange eine geriebene Ebonitplatte genommen, so sieht man beim Aufstreuen eines Gemisches von Schwefel- und Mennigepulver eine positive Staubfigur an der Stelle entstehen, an welcher der Funke zwischen dem Knopf und der Platte übergegangen ist. Nach dieser Richtung entweicht also, wie sich von selbst versteht, + E aus dem Knopfe; aber die — E, durch deren Austritt die + e Ladung des Electroskops allein erklärt werden kann, ist in grosser Menge auf die Glasfläche übergetreten. Berührt man den Knopf, so leitet man die + E nicht ab, weil sie zu stark durch jene, auf der Glasplatte ausgebreitete — E gebunden ist. Fallen die Blättchen langsam zusammen, und man berührt den Knopf wieder, so ist immer noch — E genug auf dem Glase vorhanden, um durch Influenz bedeutende Mengen von + E in den Blättchen festzuhalten. Man nimmt also durch Berührung nur die in die Blättchen zurückgekehrte und nicht gebundene — E, aber nicht die + E fort. Nur langsam kann die grosse Menge der auf dem Glase haftenden Electricität ihren Ausweg durch die Blättchen finden.

Alle beschriebenen Erscheinungen setzen gar nicht etwa sehr kräftige Electricitätsquellen voraus; man kann dieselben auch mit einem an einem Kautschuktuch oder an Amalgam geriebenen Glasstabe leicht hervorrufen. Wohl aber ist die Länge der Blättchen nicht gleichgültig: mit etwas längeren Blättchen treten alle Erscheinungen stärker auf; selbstverständlich dürfen dieselben unter keinen Umständen bis an die Kugelwände reichen.

Wenn nach diesen Angaben das Electroskop geradezu eins der unbrauchbarsten physikalischen Instrumente zu werden scheint, so ist dies nur deshalb der Fall, weil man eine höchst einfache Zugabe zum Electroskop, welche Herr Riess in der oben angezogenen Beschreibung desselben ganz

klar angegeben und abgebildet hat, als ganz überflüssig unbeachtet gelassen hat: das ist die Stanniolbekleidung auf der Aussenseite der Glaskugel, welche den Messinghals des Instrumentes mit dessen Fussgestell leitend verbindet. Die älteren Electroskope von Cavallo, Volta, Bennet trugen solche Stanniolbelege an der Innenseite des Glasgefässes, um die etwa zu stark divergirenden Pendel zu entladen, wenn sie an die Gefässwände anschlagen. Am Kugelelectroskop sind die Belege aussen angebracht; hiedurch sind zunächst die störenden Einflüsse vermieden, welche durch jede noch so leichte Reibung der den Blättchen gegenüberstehenden Glaswände entstehen müssen, dann aber wird auch die aus den Blättchen auf die Innenseite der Glaswände überströmende Electricität sofort grösstentheils gebunden. Der geringe ungebunden bleibende Ueberschuss, im betrachteten Falle — E, reicht deshalb nicht hin, um eine erhebliche Menge + E in den Blättchen festzuhalten, und deshalb divergiren dieselben selbst nach der Berührung mit dem — e Körper niemals mit + E, sondern, wie man es immer erwartet hat, mit — E. Berührt man den Knopf der Electroskops, während die Blättchen divergiren, so erfolgt in der That eine Entladung und ebenso kann man das nicht mit Stanniolbelegen versehene Electroskop scheinbar vollständig entladen, wenn man die untere Kugelhälfte mit einer Hand bedeckt, während man mit der anderen den Knopf berührt. Aber eine solche Entladung trifft noch nicht die Glaskugel, in welcher vielmehr beide Electricitäten wie in einer leydener Flasche festgehalten sind, so dass je nach zufälligen Umständen doch noch Störungen in den normalen Angaben des Electroskops stattfinden können. Ebenso wirkt jeder noch so schwach leitende Ueberzug auf der äusseren Glasfläche, z. B. Feuchtigkeit, bindend auf die innen haftende Electricität; die oben beschriebenen Vorgänge finden deshalb am reinsten statt, wenn man die äussere Glasfläche zuvor mit Alkohol

sauber abgeputzt und bis zum Ablaufen des Beschlages mit einer Flamme erwärmt hat. Wäscht man dagegen das Glas mit Alkohol ab, ohne es zu erwärmen, und stellt sogleich die Versuche an, so ladet sich oft das Electroskop beim Berühren mit der Siegellackstange negativ, weil die durch die Verdunstung des Alkohols entstandene Kälte die Bildung eines wässrigen Niederschlages auf der Glasfläche veranlasst hat.

Jedenfalls zeigen die vorstehenden Mittheilungen, dass das Glas überhaupt der unzweckmässigste Körper ist, aus dem man das Gehäuse eines Electroskops hat herstellen können. In der That hat man an anderen electrischen Beobachtungs- und Messapparaten dasselbe schon lange durch Metall ersetzt: so z. B R. Kohlrausch an seinem Torsions- und Sinuselectrometer, Thomson an seinem Quadrantelectrometer. Ich habe ein Electroskop construiren lassen, dessen Gehäuse ein horizontalliegendes, von Metallfüssen getragenes Messingrohr von 12 cm Durchmesser und 8 cm Länge ist. Seine beiden Endflächen sind durch verticale Glasplatten geschlossen, denen parallel die Ebene liegt, in welcher die Aluminiumblättchen divergiren. An einem solchen Electroskop bilden sich nirgends störende Rückstände; man kann alle seine Theile ganz vollständig entladen, indem man Knopf und Gehäuse leitend mit einander verbindet; ausserdem eignet es sich für objective Projection besser, als das Kugelelectroskop. Durch lange dauernde Annäherung eines —e Körpers nehmen die Blättchen wohl auch in diesem Electroskop eine geringe +E an, während die zugehörige —E abgeleitet wird, beim Berühren überwiegt aber sofort die mitgetheilte —E über die durch Influenz erzeugte +E, weil diese nicht mehr durch eine gegenüberstehende — E festgehalten wird. Die sonst vorhandene Quelle des Irrthums ist also vermieden.

Endlich hat dieses Mantelelectroskop noch die vortreff-

liche Eigenschaft, dass man es durch denselben electrischen Körper durch Influenz nach Belieben positiv oder negativ laden kann. Ist der electrische Körper wieder die geriebene Siegellackstange, so geschieht die positive Ladung wie immer. Will man aber das Electroskop negativ laden, so stellt man es auf eine Ebonitplatte, nähert die Siegellackstange dem Knopf, berührt mit dem Finger das Gehäuse, entfernt dann den Finger und darauf die Siegellackstange. Die Blättchen hängen jetzt neutral herab, wie wenn in ihrer Nähe gar kein electrischer Körper wäre; in der That aber befinden sie sich im Innern des durch Influenz positiv-electrisch gemachten Cylinders. Berührt man daher jetzt den Knopf des Electroskops leitend, so entzieht man demselben +E, während die Blättchen sofort mit —E divergiren.

Das Mantelelectroskop vermeidet also die Fehlerquellen der bisher gebräuchlichen Apparate und gestattet ausserdem eine weitere Anwendbarkeit, als jene.

Derselbe machte folgende Bemerkung

„Ueber das electrische Leitungsvermögen des Braunsteins und der Kohle."

Auf Veranlassung des Herrn von Kobell prüfte ich einige Manganerze, welche mir Derselbe freundlichst übergab, auf ihr electrisches Leitungsvermögen. Es war ein Pyrolusit und ein Manganit. Durch Spalten und weiteres Bearbeiten mit der Feile wurden aus den gegebenen Erzen möglichst gut prismatische Stücke hergestellt. Das eine Ende eines solchen Prismas wurde durch Eintauchen in leichtschmelzbare Metalllegirung mit einer Metallhülse versehen, an welcher ein Leitungsdraht befestigt wurde; das andere Ende wurde bis zu einer bezeichneten Stelle in Quecksilber getaucht, dann wurde der Widerstand der ganzen Combination be-

stimmt. Darauf wurde das Prisma bis zu einer zweiten bezeichneten Stelle in Quecksilber versenkt, und wiederum der Widerstand der Combination bestimmt. Die Differenz der beiden Ergebnisse ist dann der Widerstand des zwischen den beiden Zeichen liegenden Leiterstückes von bekannter Länge. Der mittlere Querschnitt desselben wurde aus dem Gewichte des Stückes und dessen Dichtigkeit berechnet.

Da ich theils früher, theils jetzt das Leitungsvermögen einiger Kohlensorten bestimmt habe, so theile ich auch die mit diesen Körpern erhaltenen Resultate hier mit. Während die für die Manganerze erhaltenen Zahlen nur als Annäherungen an die wahren Werthe betrachtet werden dürfen, weil die gegebenen Stücke nur sehr klein und die prismatische Gestalt etwas mangelhaft war, und weil in den verschiedenen Richtungen diese Erze ihres strahligen und krystallinischen Gefüges wegen gewiss sehr verschiedene Leitungsfähigkeit besitzen, dürfen die für die Kohle gegebenen Werthe auf grössere Genauigkeit Anspruch machen, weil die angewandten Stücke von sehr regelmässig prismatischer Form und von bedeutender Länge waren. Die an verschieden langen Stücken beobachteten Widerstände stehen denn auch sehr nahe im richtigen Verhältniss zu den Längen. Die Querschnitte wurden an den grösseren Stücken (3, 5 und 6) durch Messung der Breite und Dicke direct gefunden, an allen übrigen wie an den Manganerzen aus Masse und Dichtigkeit berechnet.

Das gefundene Leitungsvermögen λ bezieht sich auf das des Quecksilbers = 1; der Siemensschen Definition der Widerstandseinheit entsprechend sind deshalb die Längen der Leiter l in Metern, ihre Querschnitte q in Quadratmillimetern ausgedrückt. Ueber die einzelnen Kohlensorten mache ich noch folgende Angaben:

4) Graphitstifte von Faber sind sehr homogene unbekleidete Stifte aus Bleistiftmasse, im Handel bezeichnet F.

Crayons d'artiste. 3) und 5) sind parallelopipedische Kohlenstücke für Bunsenelemente und zwar ist 5 eine sehr gute Kohle aus Münchener Gasretortenkohle geschnitten, 3 dagegen eine Kohle aus Nürnberg von so grossem Widerstande, dass sie sich für den Gebrauch in der Batterie als vollständig unbrauchbar erwiesen hat.

6) Ist eine Kohlenplatte aus einer Bunsenschen Plattenbatterie, wie sie Ruhmkorff seinen Inductionsapparaten beigiebt. Alle Batteriekohlen waren noch ungebraucht und vor der Messung gut getrocknet.

7) Ist ein Kohlenstab von einer Faucaultschen Lampe, von Duboscq geliefert.

Die Beobachtungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

No.	Leiter	s	q	l	w	λ
1	Manganit	4,34	14,43	0,012	520	0,0000016
			10,00	0,006	230	0,0000026
2	Pyrolusit	4,66	3,23	0,024	60	0,000123
			1,41	0,026	80	0,000230
3	Nürnberger Batteriekohle	1,47	1125	0,140	0,73	0,00017
				0,070	0,37	
4	Graphitstab von Faber	2,28	2,36	0,100	8,55	0,00455
				0,050	4,30	
5	Münchener Retortenkohle	1,72	1272	0,140	0,010	0,0110
6	Kohlenplatte vonRuhmkorff	1,82	1232	0,140	0,009	0,0138
				0,070	0,005	
7	Kohlenstab von Duboscq	1,90	22,42	0,140	0,217	0,0288
				0,070	0,109	

Das Leitungsvermögen der beiden Manganerze ist also sehr gering; das einer concentrirten Zinkvitriollösung würde sogar grösser sein, als das des Manganits (0,0000046). Die schlechtleitenden Kohlensorten 3 und 4 sind keine reine Kohle, sondern Gemische mit schlechten Leitern. Dagegen sind die drei letzten Stücke 5, 6 und 7 aus Retortenkohle geschnitten; ihr Leitungsvermögen nimmt in derselben Ordnung zu, wie ihre Dichtigkeit. Die Pariser Kohlen sind weitaus die am besten leitenden.

Herr Matthiessen[4]) hat auch einige Angaben über die Leitungsfähigkeit mehrerer Graphit- und Kohlensorten gemacht. Wenn dieselben auf die Leitungsfähigkeit des Quecksilbers = 1 reducirt werden, so ordnen sie sich zwischen die von mir gefundenen Werthe. Er fand nämlich für

Graphit (Bleistiftmasse) zwischen 0,0425 und 0,0024
Batteriekohle 0,00177.
Gaskohle 0,0224.

4) Poggend. Ann. CIII. p. 428.

Herr Wilhelm von Bezold spricht

„Ueber die Vergleichung von Pigmentfarben mit Spectralfarben".

Nach dem Gesetze der Farbenmischung, wie es zuerst von Newton aufgestellt, und später durch die Untersuchungen von Grassmann, Helmholtz und Maxwell als richtig erwiesen wurde, lässt sich jede Farbenempfindung, deren wir fähig sind, durch Mischung einer Spectralfarbe mit Weiss hervorrufen. Ausgenommen sind hievon nur die sogenannten Purpurtöne, für welche zwei Spectralfarben nämlich Roth und Blau erforderlich sind und ausserdem allenfalls noch mehr oder weniger Weiss. Von diesen Tönen soll im Folgenden gänzlich abgesehen werden.

Unter Berücksichtigung der eben gemachten Beschränkung genügt demnach zur vollständigen Bestimmung irgend einer Farbe die Kenntniss dreier Stücke: des Farbentones, der Reinheit[1]) und der Helligkeit, d. h. man muss vor Allem jene Spectralfarbe kennen, durch deren Mischung mit Weiss sich die betreffende Farbe herstellen lässt, dann das Verhältniss, nach welchem diese Mischung vorgenommen werden muss, und endlich die Helligkeit der Mischfarbe oder einer ihrer Componenten nach irgend einem fest bestimmten Maasse.

Wäre man im Stande, diese einzelnen hier genannten Grössen mit Schärfe zu bestimmen, so könnte man auch die Farbe eines Pigmentes durch drei Zahlen vollständig

1) Vgl. Poggdff. Ann. Bd. CL. S. 77 u. 78.

charakterisiren. Ein Versuch eine solche Bestimmung wirklich auszuführen, ist meines Wissens noch niemals gemacht worden. Zwar hat Maxwell zwischen verschiedenen Pigmenten Farbengleichungen hergestellt, aber er beschränkte sich hierauf, ohne eine Reduction auf die prismatischen Farben vorzunehmen. Chevreul dagegen, dessen „Exposé d'un moyen de definir et nommer les couleurs" den ganzen 33. Band der Memoiren der Pariser Academie einnimmt, liess bei dieser umfangreichen und mühsamen Arbeit das Gesetz der Farbenmischung so sehr ausser Acht und räumte dem blossen Gefühle einen solchen Spielraum ein, dass man diesem Werke zwar eine gewisse praktische Bedeutung nicht absprechen, aber kaum einen hohen wissenschaftlichen Werth beilegen kann. Auch die Vergleichung der Farben einiger gefärbten Körper mit Stellen des Spectrums, welche er im Vereine mit E. Becquerel ausführte und von letzterem a. a. O. auf S. 46—48 beschrieben ist, flösst wegen der dabei angewendeten Methode nur mässiges Vertrauen ein. Aber selbst wenn diese wenigen Bestimmungen vollkommen gelungen sein sollten, so wäre die Methode doch jedenfalls viel zu umständlich, um eine häufigere Anwendung zu gestatten. Bei Pigmenten von geringerer Helligkeit oder Reinheit müsste sie überdies erst wesentlich modificirt werden.

Im Folgenden sollen nun zwei Methoden beschrieben werden, vermittelst deren man wenigstens eines dieser Elemente, und zwar das interessanteste, den Farbenton, auf einfache Weise und mit geringer Mühe ermitteln kann.

Diese Methoden schliessen sich eng an einen Vorschlag an, der einmal, ich weiss leider nicht mehr, wo und von welcher Seite, gemacht wurde, um Mischungen von Pigment- und Spectralfarben hervorzubringen.

Der genannte Vorschlag bestund darin, die Scala im Scalenfernrohre eines gewöhnlichen Spectralapparates durch eine passend erleuchtete farbige Fläche zu ersetzen; dann

muss das Spiegelbild dieser Fläche sich über das Spectrum lagern, so dass der Beobachter eine Mischung der von dem Pigmente zurückgeworfenen und der Spectralfarben erblickt.

Auf ganz ähnliche Weise kann man nun ein Spiegel-Bild einer bemalten Fläche neben ein Spectrum legen und so die beiden mit einander vergleichen.

Nach mehreren Versuchen fand ich die folgende Anordnung am zweckmässigsten:

Ein weisser Carton von möglichst feinem Korne wurde zum Theile mit schwarzem Papier beklebt, so dass eine scharfe horizontale Trennungslinie die beiden Hälften scheidet. Senkrecht auf diese Trennungslinie ist in den schwarzen Theil eine Spalte eingeschnitten von etwa einem Millimeter Breite oder weniger; diese Spalte reicht genau bis zu der Trennungslinie der beiden Hälften. Damit dieser Schlitz möglichst scharfe Ränder erhalte, ist es zweckmässig, ihn im Carton etwas breiter zu lassen, so dass die Ränder nur von dem schwarzen Papiere gebildet werden.

Diesen so vorgerichteten Carton bringt man nun in die Brennebene des Scalenfernrohres, von dem man die Scala entfernt hat und das bewegliche Rohrstück entweder möglichst weit hineingeschoben, oder allenfalls auch hinweggenommen hat. Die horizontale Trennungslinie muss durch die Axe des Rohres senkrecht geschnitten werden und der ganze Carton in seiner eigenen Ebene leicht horizontal verschiebbar sein, was sich durch Aufkleben desselben auf einen Holzklotz ohne Schwierigkeit erreichen lässt. Befindet sich der weisse Theil oberhalb der Fernrohraxe, so erblickt man im Beobachtungsfernrohre unten das Spiegelbild der weissen Fläche, oben dicht daranstossend das des Schlitzes.

Hat man nun gleichzeitig die untere Hälfte des Spaltes im Collimatorfernrohre mit einem Blättchen Stanniol oder sonst einem undurchsichtigen Körper bedeckt, während die obere frei gelassen wurde, so sieht man zugleich in der

unteren Hälfte des Gesichtsfeldes das Spectrum gemischt mit Weiss. Durch geeignetes Beschatten des weissen Cartons sowie durch passende Wahl der Spaltbreite (im Collimator), kann man sowohl die Helligkeit des Spectrums als auch des weissen Spiegelbildes innerhalb ziemlich weiter Grenzen beliebig verändern, und hat so die Reinheit und Helligkeit des unten erscheinenden Spectrums in seiner Gewalt.

Stellt man nun in einiger Entfernung hinter dem Schlitze im Carton die zu untersuchende farbige Fläche auf, so erblickt man den Schlitz in der betreffenden Farbe. Durch Verschieben des Cartons kann man alsdann das Bild des Schlitzes dicht über die Farbe im Spectrum bringen, welche ihm am nächsten steht und endlich durch allmälige Aenderung in der Helligkeit und Reinheit des letzteren vollständige Uebereinstimmung herbeiführen.

Hiebei ist es wesentlich, dass der Carton ein sehr feines Korn habe, weil sonst das über das Spectrum gelagerte Bild desselben dem Spectrum ein fremdartiges Ansehen gibt, während das von der farbigen Fläche herrührende Licht dadurch, dass kein deutliches Bild dieser Fläche, sondern nur ein solches des Schlitzes entsteht, jene eigenthümliche Durchsichtigkeit besitzt, wie man sie sonst an Körperfarben vergeblich sucht.

Die Resultate, welche man auf diese Weise erhalten hat, lassen sich nun noch mit Hülfe einer zweiten Methode controliren, die noch rascher zum Ziele führt, aber vielleicht weniger frei von Einwürfen ist.

Diese Methode ist die folgende:

Man ersetzt die Scala im Scalenfernrohre durch eine undurchsichtige Platte (im Nothfalle nur aus Stanniol), die mit einem, die Mitte überschreitenden, verticalen Schlitze versehen ist, während die Spalte im Collimator, wie beim vorigen Versuche zur Hälfte bedeckt bleibt.

Bringt man nun vor dem Schlitze am Scalenfernrohre die farbige Fläche an, so erblickt man das Bild des Schlitzes im dunklen Theile des Gesichtsfeldes in dieser Farbe. Die andere Hälfte des Bildes lagert sich über das in der unteren Hälfte sichtbare Spectrum und erscheint demnach dort in der aus der Pigmentfarbe und einer Spectralfarbe gebildeten Mischfarbe. Diese Mischfarbe neigt sich nun der brechbareren Seite zu, wenn die Spectralfarbe, auf welche das Bild des Schlitzes fällt, brechbarer ist als die dem Pigmente entsprechende, während das Umgekehrte eintritt, wenn die Spectralfarbe weniger brechbar ist. Da man durch eine kleine Bewegung des Scalenfernrohres das Bild des Schlitzes leicht über das ganze Spectrum hinwegführen kann, so ist es unschwer, jene Stelle zu finden, wo das Umspringen der Mischfarbe statt hat und diese Stelle besitzt offenbar denselben Farbenton, wie die betreffende Pigmentfarbe.

Diese Reaction ist äusserst empfindlich. Gesetzt z B. man habe ein grünes Pigment vor sich, wie es der Linie E entspricht, so genügt die allergeringste Verschiebung des Scalenfernrohres nach rechts oder links um den auf das Spectrum fallenden Theil des Schlitzbildes im Vergleiche mit dem andern Theile das einemal gelblich das anderemal bläulich erscheinen zu lassen.

Ob die beiden Methoden ganz genau übereinstimmende Resultate liefern, dies kann natürlich erst nach eingehenden Versuchen entschieden werden. Für jene Theile des Spectrum's in welchen sich die Fluorescenz der Netzhaut nicht merkbar macht, glaube ich dessen bereits sicher zu sein.

Die hier mitgetheilten Methoden sollen zunächst dazu verwendet werden, die Grundlagen für eine wirklich richtige in Pigmentfarben ausgeführte Farbentafel zu liefern.

Herr Baeyer berichtet über die in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit:

„Ueber die Hydrazinverbindungen der Fettreihe von Emil Fischer."

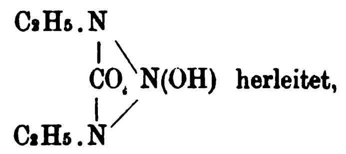
Nachdem es gelungen, vor den secundären Aminbasen ausgehend die zweifach substituirten, fetten Hydrazinbasen darzustellen, war Aussicht vorhanden, auf ähnliche Weise die nur ein Alkoholradical enthaltenden Hydrazine der Fettreihe zu gewinnen, deren Kenntniss durch die nahen Beziehungen zu den bisher vergebens angestrebten Diazokörpern ein erhöhtes Interesse erhielt.

Durch Benutzung derselben Reaction, welche durch Reduction der NO - zur NH_2gruppe die Synthese des Dimethyl-und Diaethylhydrazins ermöglichte, ist es mir nun neuerdings in der That gelungen, zunächst ein Glied dieser Körperklasse, das Monoaethylhydrazin $C_2H_5.NH-NH_2$ zu erhalten.

Als Ausgangspunkt für die Gewinnung desselben diente der Diaethylharnstoff, welcher als secundäre Aminbase einerseits die Einführung einer Nitrosogruppe nach der gewöhnlichen Methode durch Einwirkung von salpetriger Säure gestattete und andererseits wegen seiner leichten Spaltbarkeit besonders geeignet erschien, eine spätere Entfernung und Ersetzung der Carbamidgruppe durch Wasserstoff zu ermöglichen.

Ueber die Einwirkung der salpetrigen Säure auf Diaethyl-

harnstoff sind die älteren Angaben von **Würtz**, welcher bei dieser Reaction die Bildung von Stickstoff, Kohlensäure und Aethylamin constatirte, neuerdings von v. Zotta [1]) wesentlich ergänzt und modificirt worden; unter Einhaltung günstigerer Bedingungen konnte letzterer die Spaltung des Harnstoffs vermeiden und erhielt bei der Einwirkung von KNO_2 auf eine kalt gehaltene Lösung von salpetersaurem Salz ein gelbes Oel, für welches er, allerdings ohne Analyse der explosiven Substanz, aus den bei der Destillation entstehenden Zersetzungsproducten die Formel



Bei Wiederholung der Versuche von Zotta habe ich die Angaben desselben, soweit sie Bildung, Eigenschaften und empirische Zusammensetzung dieser Substanz betreffen, vollständig bestätigt gefunden; dagegen führte das weitere Studium des Körpers zu einer wesentlich verschiedenen Auffassung seiner Constitution.

Zur Darstellung habe ich verschiedene Methoden in Anwendung gebracht; durch Eintragen von KNO_2 in eine neutrale oder stark saure Lösung von salpetersaurem oder salzsaurem Diaethylharnstoff, sowie selbst beim Einleiten von überschüssiger, salpetriger Säure in die ätherische Lösung desselben, wurde, wie ich mich wiederholt überzeugte, stets dieselbe Substanz erhalten.

Letztere Methode lieferte das reinste Product, welches desshalb auch zur Analyse verwandt wurde; nach Abdampfen des Aethers, der durch salpetrige Säure tief grün gefärbt war, bei sehr gelinder Wärme, wurde das rückständige, gelbe Oel

1) Liebigs Ann. 179. 101.

mehrmals mit Wasser gewaschen, wieder in Aether gelöst, mit Chlorcalicum getrocknet und der Aether verdampft; der ölige Rückstand setzte beim längeren Stehen im vacuum bei Wintertemperatur prachtvoll ausgebildete, anscheinend rhombische, wasserhelle Tafeln ab, welche bei etwa 5° schmelzen; indess gelang es auch bei weit grösserer Abkühlung nicht, die ganze Masse zum Erstarren zu bringen.

Die Analyse der so dargestellten und gereinigten Substanz, welche im Schiffchen und weiten, offenen Verbrennungsrohr ausgeführt wurde, wobei trotz aller Vorsicht plötzliche Verpuffung kaum zu vermeiden ist, gab nur annähernd stimmende Zahlen, welche indessen für die Formel $C_5H_{11}N_3O_2$ als hinreichend entscheidend betrachtet werden können.

	Gefunden	Berechnet.
C	40,23	41,38
H	7,47	7,55

Es wird dadurch die Ansicht Zotta's über die empirische Zusammensetzung der Substanz bestätigt; gegen die von ihm aufgestellte, oben angeführte, rationelle Formel, welche den Körper gewissermassen als Abkömmling des Hydroxylamins darstellt, scheinen mir jedoch manche Bedenken berechtigt zu sein.

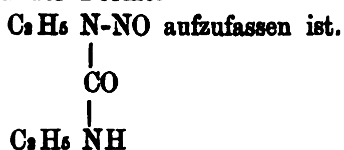
Abgesehen davon, dass eine derartige Formel dem gegen Alkalien und Säuren indifferenten Körper wenig entspricht, liegt für das gleichzeitige Eingreifen eines Moleküls HNO_2 in zwei Imidgruppen unter Bildung eines substituirten Hydroxylamins trotz der zahlreichen in dieser Richtung angestellten Versuche kein Analogie-Fall vor, es sei denn, dass man das neuerdings von Nencki [1]) beschriebene Nitrosoindol hierzu zähle, für welches er die aber ebenfalls noch sehr problematische Formel

---

2) Ber. d. d. chem. Ges. in Berlin VIII 1518.

```
              CH
            /    \\
       C6 H4      CH
            \    /
              N
               \
                N(OH)   aufstellt,
               /
              N
            /   \
       C6 H4     CH
            \   //
              CH
```

ein Körper, der übrigens durch seine basischen Eigenschaften, und seine Reduction zu einer Hydrazoverbindung als wesentlich von obiger Substanz verschieden charakterisirt ist. Die langsame Zersetzung desselben schon in der Kälte unter Entwicklung von Oxyden des Stickstoffs, die Bildung der Liebermann'schen Farbstoffe beim Zusammenbringen mit Phenol und Schwefelsäure (Reaction der NO-gruppe.) und endlich die unten beschriebene Reduction der Verbindung zu einer Hydrazinbase scheinen mir vielmehr genügender Beweis zu sein, dass dieselbe als einfaches Nitrosoderivat des Diaethylharnstoffs von der Formel



C_2H_5 N-NO | CO | C_2H_5 NH aufzufassen ist.

Es bleibt diess jedenfalls einstweilen der einfachste und vollkommenste Ausdruck für Entstehung und sämmtliche Reactionen der Substanz.

Ihre Bildung erfolgt dann nach dem für die Nitrosamine [2]) allgemeinen Schema

---

2) Dieser von Witt (Ber. d. d. chem. Ges. VIII 877) vorgeschlagene Name für diejenigen Nitrosoverbindungen, welche die Nitrosogruppe an

$$\begin{array}{l} C_2H_5NH \\ \quad | \\ \quad CO \\ \quad | \\ C_2H_5.NH \end{array} + HNO_2 = H_2O + \begin{array}{l} C_2H_5.N\text{-}NO \\ \qquad | \\ \qquad CO \\ \qquad | \\ C_2H_5.NH \end{array}$$

Auffallend kann bei dieser Reaction allerdings der Umstand erscheinen, dass selbst bei Einwirkung von überschüssiger, salpetriger Säure immer nur eine Imidgruppe angegriffen wird; es erklärt sich diess jedoch einfach, wenn man mit Rücksicht auf das bis jetzt über jene Reaction vorliegende experimentelle Material annimmt, dass die Nitrosaminbildung wesentlich abhängig resp. proportional ist der Basicität der Imidgruppe.

Dem einbasischen Diaethylamin entspricht das Diaethylnitrosamin. Der ebenfalls nur einbasische Diaethylharnstoff liefert unter denselben Bedingungen ein Mononitrosoderivat, während bei solchen Imiden, deren basische Eigenschaften durch den Einfluss von Säureradicalen aufgehoben sind, die Darstellung von Nitrosaminen nach den gewöhnlichen Methoden wenigstens bisher nicht gelang.

Die Umwandlung des Diaethylnitrosaminharnstoffs in die entsprechende Hydrazinbase wurde nach der bereits mehrfach erwähnten Methode durch Zinkstaub und Essigsäure bewerkstelligt; zu der mit überschüssigem Zinkstaub ver-

---

Stickstoff gebunden enthalten, wird zur Vereinfachung der Nomenclatur zweckmässig allgemein eingeführt.

Die Beziehungen zwischen den Aminen, ihren salpetrigsauren Salzen, dem Nitrosaminen, Diazokörpern und Hydrazinen lassen sich dann in folgenden, einfachen, allgemeinen Ausdrücken zusammenfassen.

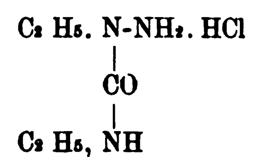
1) NH_3 $\quad NH_3NO_2 - H_2O = NH_2{-}NO - H_2O = N_2$
(Amin) (salpetrigs. Salz) (Nitrosamin) (Stickstoff.)

2) $NH_2{-}NO$ durch Umlagerung $= NH = N.OH$
(Nitrosamin) (Diazoverbindung)

3) $NH_2{-}NO + 2H_2 = NH_2 - NH_2 + H_2O$
$NH = N.OH + 2H_2 = NH_2 - NH_2 + H_2O$
(Diazoverbind.) (Hydrazin)

setzten alkoholischen Lösung setzt man allmählig Eisessig unter gleichzeitiger guter Abkühlung des Gefässes zu, so dass die in Folge der Reaction eintretende Temperaturerhöhung 20—25° nicht übersteigt, die Reduction ist beendet, sobald eine filtrirte Probe der Flüssigkeit auf Zusatz von Salzsäure und Wasser nicht mehr getrübt wird. Die vom Zinkstaub abfiltrirte Lösung wurde zur Entfernung des Alkohols auf dem Wasserbade eingedampft, dann mit concentrirter Kalilauge unter Abkühlen übersättigt und die Hydrazinverbindung mit Aether extrahirt; beim Verdampfen des letzteren blieb ein farbloser Syrup, der alle Eigenschaften der zweifach substituirten Hydrazinbasen zeigte, alkalisch reagirte und Fehling'sche Lösung oder Platinchlorid in kalischer Lösung erst in der Wärme reducirte; im krystallisirten Zustande wurde die Verbindung bisher nicht erhalten, lieferte indessen mit Salzsäure und Platinchlorid gut charakterisirte Salze, welche zur Feststellung ihrer Formel dienten. Das Hydrochlorat scheidet sich theilweise schon beim Zusammenbringen der Base mit rauchender Salzsäure in sternförmig vereinigten Nadeln ab; zur Reindarstellung empfiehlt es sich jedoch mehr, die alkoholische Lösung der Base mit rauchender Salzsäure anzusäuern und das Salz durch Aether auszufüllen, welches so in Form von feinen, weissen Nadeln erhalten wird.

Die Analyse der im vacuum getrockneten Substanz führte zu der erwarteten Formel



	Gefunden	Berechnet
C	36,05	35,82
H	8,38	8,36
N	25,21	25,08.

Das Salz ist in Wasser und Alkohol leicht löslich, weniger in concentrirter Salzsäure, beim Erhitzen zersetzt es sich.

Die Platindoppelverbindung erhält man in derselben Weise durch Zusatz von Aether zu einer mit überschüssigem $PtCl_4$ versetzten Lösung des Hydrochlorats in schönen gelben Nadeln von der Formel

$$(C_5 H_{14} N_3 O Cl)_2 + PtCl_4$$

Gefunden	Berechnet
Pt 29,53	29,28.

Die freie Base, der Diaethylhydrazinharnstoff, bildet, wie erwähnt, einen farblosen Syrup, ist leicht löslich in Wasser, Alkohol und Aether, wird beim Kochen mit Wasser nicht verändert, zersetzt sich aber beim stärkeren Erhitzen fast ohne Verkohlung. Alkalien zerlegen ihn in der Wärme leicht analog dem gewöhnlichen Carbamid in Kohlensäure, Aethylamin und Aethylhydrazin, welches letztere jedoch theilweise bei der Reaction selbst zerstört zu werden scheint.

Entschieden glatter lässt sich dieselbe Spaltung durch Erhitzen mit concentrirter Salzsäure bewerkstelligen, welche Methode zugleich eine bequeme Trennung der Hydrazinbase von dem gleichzeitig gebildeten Aethylamin gestattet.

Zu diesem Zwecke wurde 1 Theil Harnstoff mit dem 3—4fachen Volumen Salzsäure (v. 1,19 sp. G.) einige Stunden im zugeschmolzenem Rohre auf dem Wasserbade erhitzt; die Röhre zeigte beim Oeffnen starken Druck; das entweichende Gas bestand aus Kohlensäure; beim Erkalten erstarrte die Flüssigkeit zu einem Brei von feinen, weissen Nadeln des in Salzsäure schwer löslichen, salzsauren Aethylhydrazins; durch Abfiltriren und Auswaschen mit rauchender HCl gelang es leicht, alles Aethylamin zu entfernen; das rückständige Salz wurde im vacuum getrocknet und hat dann die Zusammensetzung $C_2 H_5 . N_2 H_3 (HCl)_2$.

Gefunden		Berechnet.
C	18,24	18,05
H	7,61	7,52
Cl	53,28	53,38
N	21,09	21,05

Es bildet sich nach der Gleichung

$$\begin{array}{l} C_2H_5\,N{-}NH_2 \\ \quad | \\ \quad CO \qquad + H_2O + {}_3HCl = \\ \quad | \qquad CO_2 + C_2H_5NH_2.HCl + C_2H_5.NH{-}NH_2(HCl)_2 \\ C_2H_5NH \end{array}$$

Das Aethylhydrazin trägt demnach den Charakter einer zweisäurigen Base; die Bindung des zweiten Moleküls HCl ist jedoch eine ziemlich lockere; schon beim Erhitzen auf dem Wasserbade entweicht ein Theil derselben und es bleibt ein Salz als Syrup zurück, welches durch geringe Krystallisationsfähigkeit, Zerfliesslicheit u. s. w. sehr an die durch gleiche unerquicklichen Eigenschaften ausgezeichneten Hydrochlorate des Dimethyl- und Diaethylhydrazins erinnert und wahrscheinlich als das neutrale Salz anzusprechen ist.

Die frei Base wurde bei dem geringen mir zu Gebote stehenden Material bisher noch nicht im freien Zustande gewonnen; hinsichtlich ihrer Eigenschaften kann ich einstweilen nur erwähnen, dass sie unzersetzt flüchtig ist, sich in Wasser und Alkohol löst, stark ammoniakalisch riecht und in ihren typischen Reactionen vollständige Analogie mit dem Phenylhydrazin zeigt.

Für das weitere Studium der Hydrazinverbindungen tritt augenblicklich natürlich die Frage in den Vordergrund, ob es in ähnlicher Weise gelingen wird, zu dem einfachsten Repräsentanten dieser Körperklasse, dem freien Hydrazin, $NH_2 - NH_2$ zu gelangen. Es liegt die Möglichkeit vor, dieses Ziel zu erreichen, wenn die Hydrazinbildung auch

noch bei solchen Imiden eintritt, bei welchen 2 H-atome durch Radicale festgelegt sind, die nach Einführung einer Nitrosogruppe und Reduction derselben wieder eliminirt resp. durch Wasserstoff vertreten werden können.

Es sind zu diesem Zwecke bereits die betreffenden Versuche mit Acediamin und ähnlichen Imiden, welche jene Bedingungen erfüllen, in Angriff genommen, über deren Resultat späterhin berichtet werden soll.

Sitzung vom 5. Februar 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Ludwig Seidel hält einen Vortrag:

„Ueber die Probabilitäten solcher Ereignisse, welche nur selten vorkommen, obgleich sie unbeschränkt oft möglich sind.“

Das folgende Problem ist in der Theorie der Wahrscheinlichkeiten sehr vielfacher Einzel-Anwendungen fähig:

Ein Ereigniss A kann in einer unbeschränkt grossen, oder doch in einer sehr grossen und nicht näher bekannten Anzahl von Einzelfällen, die von einander unabhängig sind, und alle als gleich möglich gelten, möglicherweise zur Verwirklichung kommen; es bestehen aber dafür, dass es gar nicht, oder im Ganzen gerade Einmal, gerade zweimal, etc. realisirt wird, endliche und nicht der Einheit ganz nahe kommende Wahrscheinlichkeiten $y_0, y_1, y_2, \ldots$ *Eine dieser Grössen ist gegeben; wie bestimmen sich hiernach die übrigen?*

So zum Beispiel ist die Anzahl der Kometen, deren Helligkeit ein beliebig angenommenes Minimum überschreitet, und die in Einem Jahre zur Erscheinung kommen können, unseres Wissens durch nichts endlich begrenzt; die Probabilitäten für ganz mässige Zahlen solcher Erscheinungen in

Einem Jahre sind aber beträchtlich gross. Man kann die Frage aufwerfen: gesetzt man kennt die Wahrscheinlichkeit, dass *wenigstens* Einmal im vorgeschriebenen Zeitraum ein solches nicht voraus berechnetes Ereigniss sich begibt, wie stellen sich die Erwartungen dafür, dass es *nur* Einmal, oder dass es zweimal etc. geschehen wird. Oder umgekehrt: man kennt die Wahrscheinlichkeit, dass der Fall sich gerade Einmal ergeben wird, und fragt nach derjenigen, dass es zweimal etc., sowie nach der, dass es gar nicht stattfinden wird. Bei einer grossen Anzahl anderer Natur-Phänomene, die sehr oft hervortreten könnten, aber doch einen gewissen Grad von Seltenheit haben, findet die gleiche Betrachtung ihre Anwendung. Aehnlich könnte man denken, dass in einer Gegend, wo sehr viele Menschen wohnen und also möglicherweise auf einem bestimmten Wege angetroffen werden könnten, die Wahrscheinlichkeiten, innerhalb einer gewissen Zeit (z. B. bei Nacht) gar keinem, oder nur Einem, nur zweien etc. dort zu begegnen, beträchtlich gross sind und zu analogen Fragen wie zuvor Veranlassung geben; oder auch, dass in einem Staate von sehr bedeutender Einwohnerzahl gewisse Vorkommnisse, z. B. besondere Delicte, innerhalb eines Jahres doch nur vereinzelt sich ereignen, und dass daher die Probabilität eines n-maligen Vorkommens fast allein für die paar ersten Werthe von n. in Betracht kommt, und wieder zu solchen Fragen, wie oben gestellt wurden, Anlass gibt.

Die überaus vielseitige Anwendung, welche unsere Aufgabe finden kann, scheint die Mittheilung ihrer Lösung zu rechtfertigen, so einfach auch dieselbe auf demjenigen Wege sich ergibt, der im Nachstehenden eingeschlagen wird, und auf welchen man sich gewiesen sieht, sobald man diejenigen Anwendungen, bei welchen das Ereigniss unbeschränkt oft vorkommen kann, nicht für sich allein, sondern in Verbindung mit solchen betrachtet, bei welchen nothwendige aber sehr weite Schranken für die Häufigkeit von A existiren.

In der That bilden auch die Fälle dieser letzteren Kategorie, denen die beiden letzten der obigen Exemplificationen angehören, bereits eine Ausnahme von der allgemeinen Regel des Bernoulli'schen Satzes, weil nach dieser, wenn die ganze Anzahl der Fälle, in welchen A eintreten könnte, sehr gross wird, für jede einzelne bestimmte Zahl n die Wahrscheinlichkeit, es werde A gerade n mal sich ereignen, sich der Null nähert, und nur mehr *dafür* endliche Probabilitäten übrig bleiben, dass die wirkliche Anzahl der realisirten Fälle von A in solchen Schranken eingeschlossen sein wird, die zwar relativ gegen die Gesammtzahl der Möglichkeiten eng, absolut genommen aber sehr weit gesteckt sind, — deren Differenz nämlich die Quadratwurzel aus der Anzahl der Möglichkeiten zum Factor hat. Auch passt das Gesetz der grossen Zahlen seiner mathematischen Begründung nach nicht auf Fälle, in welchen schliesslich nur zu Gunsten ganz mässiger Zahlen, vielleicht einiger wenigen der allerersten in der natürlichen Scala, Probabilitäten bestehen bleiben. Die zuerst gedachten Beispiele aber, in welchen trotz der unbegrenzten Anzahl von Möglichkeiten das Endergebniss noch derselben Art ist, lassen sich ohnedies nicht direct den Prämissen jenes Satzes unterordnen. Wohl aber kann die Lösung der gestellten Fragen auch für diesen Grenzfall auf dieselben Grundlagen basirt werden, auf welchen der Bernoulli'sche Satz ruht.

Denkt man sich zunächst eine endliche Anzahl N von einander unabhängiger Processe, von welchen jeder für sich Einmal mit der Probabilität $p = 1 - q$ das Ereigniss A herbeiführen kann, so wird bekanntlich die Wahrscheinlichkeit, dass A im Ganzen gerade n mal verwirklicht wird, sein

$$z_n = \frac{N(N-1)(N-2)\cdots(N-n+1)}{1.\quad 2.\quad 3.\quad \cdots \quad n} p^n q^{N-n}$$

wobei

$$z_0 = q^N$$

Hält man endliche Werthe von p und q fest, und lässt N fortwährend wachsen, so nähert sich z_n der Null; für denjenigen Werth von n, welcher z_n möglichst gross macht, und für die ihm benachbarten gestaltet sich dann z_n bekanntlich zum Elemente eines Integrales, welches die Probabilität repräsentirt, dass die Häufigkeit des Vorkommens von A innerhalb bestimmter Grenzen fällt, deren Abstand von dem erwähnten ausgezeichneten Werthe von n man eine der $\sqrt{N}$ proportionale Ausdehnung geben muss, wenn bei beständig wachsendem N das Integral einen endlichen und von Eins verschiedenen Werth behalten soll. Dies ist die Regel des Bernoulli'schen Satzes.

Sollen dagegen, während N wächst, die Grössen z_0, z_1, $z_2, \ldots$ sich endlichen Grenzen $y_0, y_1, y_2, \ldots$ nähern, so muss man sich offenbar denken, dass p eine kleine Grösse der Ordnung N^{-1} ist; denn nur so wird

$$\log z_0 = -N(p + \tfrac{1}{2}p^2 + \ldots)$$

endlich bleiben, ohne zu verschwinden. Setzt man demnach

$$p = \frac{\lambda}{N}, \quad q = 1 - \frac{\lambda}{N}$$

wobei λ irgend eine feste positive Grösse vorstellt, deren Zahlenwerth je nach der besondern Natur des Falles der Anwendung verschieden sein wird, und geht man darauf von den z zu ihren Grenzen y für unendliche N über, so erhält man:

$$\begin{cases} y_0 = e^{-\lambda} & \text{und allgemein} \\ y_n = \dfrac{1}{1.2.3..n}\, e^{-\lambda} \lambda^n & \end{cases}$$

in welchen Gleichungen die Lösung der Anfangs gestellten Aufgabe enthalten ist. Sie bietet, wie man sieht, die Eigenthümlichkeit dar, dass der Zusammenhang zwischen der Wahr-

scheinlichkeit, das Ereigniss A werde in irgend einer bestimmten Anzahl von Fällen eintreten, und der analogen für eine andere Anzahl ein transscendenter ist, während man dagegen, wenn erst zwei der Grössen y berechnet sind, alle übrigen algebraisch ableiten kann.

Je nachdem λ zwischen 0 und 1, oder zwischen 1 und 2. 2 und 3, etc. liegt, wird offenbar unter den verschiedenen Grössen y entweder y_0, oder y_1, y_2, ... die grösste sein, so dass nach der Besonderheit des Falles diese Eigenschaft auf jeden beliebigen Index treffen kann.

Wenn man sich vorstellt, dass y_n die Wahrscheinlichkeit sei, dass innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes oder Gebietes das Ereigniss A n mal zu Stande kommt, so lässt sich aus den Grössen y_0, y_1, y_2, ... y_n offenbar auch die Wahrscheinlichkeit zusammensetzen, dass in dem doppelten dann in dem dreifachen etc. Abschnitt oder Gebiet dasselbe n mal sich begibt. Diese Wahrscheinlichkeit muss der Natur der Sache nach selbst wieder ein Ausdruck von der Form der Grösse y_n sein, nur mit verändertem Werthe der Constanten λ. Wenn man diese Betrachtung, die eine Verification der gefundenen Resultate enthält, durchführt, so findet man in der That, dass an die Stelle von λ lediglich die Grössen 2λ, 3λ, ... treten, wenn die Gelegenheit zum Hervortreten des Ereignisses A durch Verdoppelung, Verdreifachung etc. des Zeitraumes oder des Gebietes, für welches y_n gilt, vervielfältigt wird. Auch stimmt dies Ergebniss mit der ursprünglichen Bedeutung von $\lambda = Np$ durchaus überein; denn wenn die Zeit verdoppelt wird, innerhalb deren A (welches in jedem Augenblicke gleich leicht sich begibt) hervortreten soll, so wird für jeden einzelnen Process, der A herbeiführen kann, die Wahrscheinlichkeit p, dass er diese Wirkung hat, sich verdoppeln*); eine Vergrösserung des Gebietes dagegen, auf

*) Streng genommen würde sie $1 - (1 - p)^2$; in unserer Anwendung fällt aber die zweite Ordnung von p ausser Betracht.

welchem in Anwendungen anderer Art überall gleich leicht A realisirt wird, vergrössert den Werth von N. In beiden Fällen wächst also λ naturgemäss im gleichen Verhältnisse.

Die Constante λ selbst lässt sich definiren als der Mittelwerth, wie er im grossen Durchschnitt aus vielen beobachteten Werthen von n zu erwarten ist. Denn wenn man jedes n multiplicirt mit der Wahrscheinlichheit y_n, dass es in einem einzelnen Falle statt finden wird, und alle diese Producte addirt, so erhält man λ; — wiederum ganz übereinstimmend mit dem Ergebniss einer Betrachtung, welche sich auf die ursprüngliche Einführung von $\lambda = pN$ stützt. — Man kann sonach auch solche Fragen beantworten, wie: wenn ein Ereigniss im grossen Durchschnitt 7mal im Jahre eintritt, während es unendlich oft eintreten konnte, wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass es in einem vorausbezeichneten Jahre gar nicht eintreten wird — im Beispiel ist dieselbe $= e^{-7}$ oder nicht ganz $\frac{1}{1000}$ — oder, wie die umgekehrte Frage: wie oft per annum wird im Durchschnitt ein Ereigniss A zu erwarten sein, für dessen Häufigkeit keine Schranken gesteckt sind, und bei welchem die Probabilität, es werde in einem Jahre nicht völlig ausbleiben, gleich ist 0,999? —

Als ein vielleicht von der Erwartung, zu der man geneigt sein möchte, etwas abweichendes Ergebniss der mathematischen Analyse mag hier erwähnt werden, dass, wenn, wie in dem eben angenommenen Beispiel, die Durchschnittszahl λ eine ganze Zahl r ist, es um nichts wahrscheinlicher ist, dass A gerade r mal, als dass es nur $r-1$ mal eintritt, und dass sogar die letztere Probabilität die erstere ein wenig übertrifft, sobald λ ein wenig kleiner als r genommen wird. Gesetzt z. B., dass im Durchschnitt vieler Jahre 6,9 Kometen-Erscheinungen auf ein Jahr träfen, so wäre der Fall, wo nur 6 beobachtet werden, etwas häufiger zu erwarten,

als der von 7, indem hier y_6 im Verhältniss von 7 : 6,9 grösser ist als y_7. Eine naheliegende Ueberlegung benimmt übrigens diesem Rechnungs-Resultate das Paradoxe, was es auf den ersten Blick haben kann. Denn da unterhalb der plausibelsten ganzen Zahl (im Beispiel der Zahl 6) nur einige wenige ihr nahe, oberhalb aber unendlich viele liegen, so ist es sehr begreiflich, dass aus dem grossen Durchschnitt eine grössere Zahl, als jene im einzelnen Fall plausibelste hervorgehen wird.

Herr C. W. Gümbel giebt:

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen".

III.

Aus der Umgegend von Trient.

Ein mehrfach wiederholter Besuch der Gegend von Botzen, Trient und des Fassathals hat mir Gelegenheit verschafft, die früheren geognostischen Mittheilungen [1]) über Südtirol vielfach zu vervollständigen und zu erweitern. Obwohl diese meine Beobachtungen, die ich nur bei gelegentlichen Ausflügen anstellte, zu einem erschöpfenden Bilde der geognostisch so höchst interessanten Landschaft auch nicht entfernt zureichend sind, so glaube ich doch, dass sie einige nützliche Beiträge zu einer später nachfolgenden, umfassenden Untersuchung liefern können, wesshalb ich sie, soweit dieselben ein allgemeineres Interesse haben, hier mittheile.

Seit meiner ersten Publikation über das Mendel- und Schlerngebirge ist durch die umfassenden Leistungen der Wiener Geologen innerhalb des bezeichneten und zunächst angrenzenden Gebiets, ferner durch die fortgesetzten Forschungen von v. Klipstein, Prof. Fuchs, Pichler, Dr. Loretz u. A. eine erstaunliche Menge neuer Thatsachen gesammelt und vielfach neue Gesichtspunkte gewonnen, zugleich auch manche theoretischen Fragen eingehender erörtert worden, wie z. B. jene über die Bildung der Südtiroler Dolomite, dass es nicht

---

1) Geognost. Mittheil. a. d. Alpen I. Das Mendel- und Schlerngebirge im Sitzungsb. d. Acad. d. Wiss. math.-phys. Cl. 1873. I. S. 14.

unpassend sein dürfte, vorerst einen Rückblick auf das Botzener Gebiet zu werfen.

Ich war in meiner erwähnten ersten Skizze zu zeigen bemüht, dass der Porphyr von Botzen als eine ältere Eruptivbildung vor der Triaszeit angesehen werden müsse und dass derselbe nur mit solchen Schichtgesteinen in engster Beziehung stehe, welche durch ihre Zusammensetzung aus grauen Sandstein- und Schieferlagen, mit freilich undeutlichen kohligen Pflanzenresten und durch stark verworfene conglomerat- und breccienartige Bänke am lebhaftesten ausseralpinen carbonischen und postcarbonischen Ablagerungen der paläolithischen Periode gleichen, während der röthliche sog. Grödener Sandstein, der den Porphyr an so vielen Orten direct überdeckt, ohne von demselben durchbrochen zu werden, mithin als eine jüngere Bildung am passendsten dem Buntsandstein ausserhalb der Alpen nach der Zeit der Ablagerung gleich zu stellen sein dürfte, die Trias einleitet.

Ich habe weiter über diesem Schichtensystem eine versteinerungsreiche, gelbverwitternde Dolomitlage für die Parallelbildung des ausseralpinen Grenzdolomits erklärt und auf die grosse geognostische Bedeutung einer über einen sehr weiten Strich des Gebirgs verbreiteten schwarzen Dolomit, welcher erfüllt ist von Foraminiferen, Pflanzen und Fischresten, hingewiesen. Auf diesen schwarzen Foraminiferen Dolomit ist in neuester Zeit die Aufmerksamkeit ganz besonders gelenkt worden.

Es hat nämlich zuerst Bergrath Dr. Stache[2]) eine Beobachtung bekannt gemacht, die geeignet erscheint, ernste Bedenken gegen die obige Auffassung zu erwecken. Nach Funden der Wiener Geologen namentlich von Dr.

1) Sitz.-Ber. d. k. geol. Reichs., 1874 N. 15 S. 366.

Hörnes bezeichnet er *Productus, Bellerophon*, *Orthis* und *Spirifer* als Einschlüsse in unzweifelhaft denselben Kalk- und Dolomitlagen, die ich früher als besonders beachtenswerth hervorgehoben hatte und glaubt die Schichten „mit ziemlicher Sicherheit als oberpermisch" annehmen zu dürfen, wornach in dem sog. Grödener Sandstein sowohl Buntsandstein, als die obere Abtheilung der Permformation in einer sehr ähnlichen Sandfacies vertreten sei.

Diese höchst beachtenswerthe Ansicht, wornach wir in den Alpen wirklich einmal wahren Zechstein zu erwarten hätten, forderte mich zu wiederholten Untersuchungen in den Gebieten auf, in welchen ich diese Schichten bereits genau kennen gelernt hatte. Nach meinen früheren Beobachtungen läge dieser schwarze Foraminiferenkalk, besser wohl als Bellerophonkalk zu bezeichnen, stets über allen Schichten, die man als Grödener Sandstein ansprechen könnte. Wäre derselbe wirklich „oberpermisch", dann müsste ohne allen Zweifel das ganze Schichtensystem des Grödener Sandsteins ungetheilt dem Rothliegenden zu fallen. Bei diesen Fragen schien es mir nicht nur wichtig, die normale Lage dieses Bellerophonkalks durch wiederholte Untersuchungen festzustellen, sondern auch den Schichtenverband näher zu untersuchen, in welchem in der Umgegend von Waidbruck, Atzwang, Klausen u. s. w. der Grödener Sandstein und der Porphyr zu gewissen Conglomeratbildungen vom Aussehen des Rothliegenden stehen.

Conglomeratbildungen bei Botzen.

Schon um Botzen finden sich die Conglomerate und Breccien — wo sie an Porphyr grenzen, hauptsächlich aus Bruchstücken dieses Gesteins, wo sie auf Thonschiefer liegen, aus den härteren Lagen und Gesteinsmassen dieser Schichten, besonders aus Quarz zusammengesetzt — bei näherer Untersuchung häufig an den steilen Porphyrgehängen, oft nur wie ange-

klebt, oft aber auch tief in den Porphyr eingeklemmt. Man muss das Auge erst an die eigenthümliche Rundung der an den oft unzugänglichen Gehängen vorstehenden Felsen und an die Streifen gewöhnen, welche die Schichtung der dicken Conglomeratbänke kennzeichnen, um sich von dem häufigen Vorkommen dieser noch wenig beachteten Bildung im Porphyrgebiete von Botzen zu überzeugen.

Wo neue Strassen hier angelegt werden, sieht man solche Conglomerate durchbrochen und oft bis in die Thalsohle herabreichen. Ausgezeichnet und leicht zu studieren stehen die Bänke an dem Weg von Botzen nach Jenesien unterhalb der Kirche St. Georgen zwischen Porphyrmassen eingezwängt an. Reichliche Quellen verrathen hier die Gesteinscheide gegen Porphyr und an einem kleinen Wasserfall im Thälchen oberhalb der Mühlen treten auch die thonig sandigen Zwischenschichten mit undeutlichen Pflanzenresten genau so zu Tag, wie ich solche zuerst aus dem Naifthale bei Meran beschrieben habe. Bei den im Conglomerate eingebetteten Porphyrstücken zeigt sich häufig eine eigenthümliche Umbildung der Orthoklaskrystalle. Sie sind, wie auch in manchen Porphyren selbst, zum Theil in eine Pinitoid-Substanz umgewandelt, zum Theil auch ausgewittert und von Kalkspathäderchen durchzogen. Solche Orthoklase brausen lebhaft mit Säuren und gewinnen ein ganz fremdartiges Aussehen. Ich stelle hier die Analyse [3]) eines solchen von Kalkspath durchzogenen Orthoklases aus dem Talferthal ungefähr Birchboden (I) gegenüber und eines normalen, fleischrothen Orthoklases aus dem nächstbenachbarten dunkelrothen Porphyr (II) des Talferthales unfern Botzen zusammen:

---

3) Ausgeführt von Ass. Schwager.

	I	II
Kieselsäure	44,99	65,77
Thonerde	13,55	17,71
Eisenoxyd	1,52	0,63
Kohlens. Kalkerde	29,20	—
Kalkerde	—	0,26
Bittererde	0,25	0,13
Natron	1,24	2,88
Kali	7,70	12,54
Glühverlust	2,15	0,53
	100,60	100,45

Es ist merkwürdig, dass eine so schwerlösliche Substanz wie der Orthoklas ist, einem leichtlöslichen — dem Kalkspathe — Platz machen muss; denn schliesslich würde eine Kalkspathpseudomorphose nach Orthoklas auf diese Weise entstehen.

Zwischen Atzwang und Klausen lehnt sich der Porphyr an ein System von Thonschiefer an, der seiner petrographischen Beschaffenheit nach von einem ächten Phyllit kaum zu unterscheiden ist. In diesen Thonschiefer sieht man sehr häufig linsenförmige, seltener gangartige Ausscheidungen von Quarz, mit welchem zugleich krystallinischer und krystallisirter Orthoklas, Glimmer- und Chloritblättchen verwachsen sind, genau so wie in vielen Gegenden der Nordalpen. Gegen Klausen aufwärts fasst dieser Thonschiefer eine Zone glimmerigen Quarzitschiefers in sich und wechsellagert mit hornblendehaltigen Lagen vom Typus des Diorites. Ein sehr interessantes Gestein ist bei Klausen sehr verbreitet und wird zu vielen technischen Zwecken, verwendet, z. B. als Strassenmaterial, für Abweisstein, Trockenmauern u. dergl. Es besteht aus weissem Plagioklas und büschelförmig fasriger Hornblende, denen sich eine opake, dichte weisse Substanz, sehr feine, im Ganzen spär-

liche Magneteisentheilchen und hier und da gelbliche zirkonartige Mineralien beigesellen. Die sehr reichlich vorhandene Hornblende bildet keine scharf begrenzte grössere Krystalle, sondern grosse Putzen und Büschel von äusserst feinen, nach Aussen oft garbenartig auseinander laufenden Nädelchen. Der weisse halbdurchsichtige Plagioklas lässt auf den glänzenden Spaltungsflächen die feinen Linien der Zwillingsverwachsung sehr deutlich erkennen und zeigt in Dünnschliffen i. p. L. bunte Farbenstreifchen. Eine Analyse (Ad. Schwager) mit sorgfältig gesondertem Material gab für denselben folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	65,35
Thonerde	20,87
Eisenoxyd	1,03
Kalkerde	0,58
Bittererde	0,12
Natron	10,92
Kali	0,39
Glühverlust	0,60
	99,86

Diese weist auf einen Oligoklas von der Zusammensetzung des Minerals von Bannle in Norwegen und Haddam hin. Man könnte das Gestein mithin Aktinolithdiorit nennen.

Auf beiden Gehängen des Eisackthales zwischen Atzwang und Klausen legen sich wohlgeschichtete, dickbankige, hellgraue, breccienartige Conglomerate aus fast nicht abgerollten Stücken des Thonschiefergebirgs, besonders aus Quarz zusammengesetzt auf den Thonschiefer in sehr ungleichem Niveau an. Man bemerkt in denselben ziemlich häufig Spuren von Malachit, im Uebrigen tragen sie in Farbe und Ausbildung ganz den Charakter der ausseralpinen Rothliegenden an sich. Trotz ihrer durchschnittlich horizon-

talen Lagerung konnte ich hier ebenso wenig, wie im Grödener Thale einen unmittelbaren Anschluss an den Grödener Sandstein beobachten. Beide nehmen getrennte, besondere Verbreitungsgebiete in dieser Gegend ein. Einzelne geneigte Bänke des Conglomerats oberhalb Atzelwang sind offenbar nur verrutscht und herabgebrochen. Weitere Aufschlüsse konnte ich hier keine erlangen.

Was die Stellung der Bellerophon-Schichten anbelangt, so habe ich dieselbe auf den langen Strich zwischen Pusterthal und der Pufler Schlucht wiederholt zu bestimmen gesucht. Ueberall nehmen diese Schichten ihre Stellung über dem Grödener Sandstein, zwischen diesem und den Seisser Schichten ein, wie auch Dr. Loretz und Dr. Hörnes gefunden haben. Diese meist intensiv schwarzen Kalke und Dolomite reichen von NO. her bekanntlich nur bis zum NO. Fuss des Schlerngebirgs und werden weiter gegen W. und S. schon vom Westfusse des Schlern an und bei Neumarkt durch gelbe Dolomite ersetzt. Es schien nicht ohne Interessen die bei Tiers aufgeschlossenen Profile, die man schon aus der Gegend von Botzen aus als grell rothe Streifen unter den weissen Dolomitwänden hinziehen sieht, einer näherer Besichtigung zu unterziehen.

Vom Eisackthale bis gegen Tiers steht ununterbrochen Porphyr an. Die Grenze gegen die sedimentären Schichten ist im Hauptthale überrollt und bis über das Dorf aufwärts herrscht grossartige Schuttüberdeckung. In Dorfe selbst legt ein Seitengraben oberhalb der steinernen Brücke zuerst ein mächtiges Schichtensystem bloss. Es sind oben mächtige Bänke buntgefärbten Sandsteins mit grauen thonigen und gelben dolomitischen Zwischenlagen. Erstere enthalten nicht selten Pflanzenreste, aber in unbestimmbaren Fragmenten, letztere einzelne Muscheleinschlüsse. Erst oberhalb der einsamen St. Sebastianskapelle begegnen wir zusammenhängenderen Profilen. Man kann hier bequem Schicht auf Schicht über die

mächtigen intensiv rothen Lettenschiefer und grauen Mergelkalkbänke voll von *Naticella costata* (Campiler Schichten) bis zur Steilwand aufsteigen. Unmittelbar über der obersten Lage brennend rothen Lettenschiefers folgt hier eine schwache Schicht grauen Schiefers mit Spuren von Pflanzenresten und dann fast senkrecht ansteigend der graue klotzig knolligbrechende dolomitische Kalk, der nach Oben allmählig in weissen Dolomit übergeht. In Folge eines Eisengehaltes sind diese tieferen Lagen immer etwas rostfleckig und gelblich gefärbt. Die von dieser Steilwand stammende Schutthalde enthält aber auch sehr zahlreiche Stücke eines starkkieselhaltigen und hornsteinführenden Kalkes, der an der Steilwand nicht zugänglich, nicht sehr hoch (etwa 10 m) über dem Fuss derselben zu liegen scheint. Die Hornsteine weisen zahlreiche Versteinerungen auf, sie sind aber meist so stark überrindet, dass man die einzelnen Formen schwer erkennen kann. Nur *Terebratula angusta* erscheint sicher bestimmbar. Der Dolomit reicht dann höher bis zum Tschaffon- und Mittagkogel, so dass auch hier, wie am S. und SW.-Fuss des Schlern, eine auffällige Scheidung der Schichtenglieder vom oberen Muschelkalk bis zu dem Schlerndolomit, diesen mit eingeschlossen, nicht vorliegt.

Verfolgt man von der St. Sebastianskapelle den Steig gegen Prösls zu, so gelangt man zu einem Kapellchen in der nächsten Nähe des Bauernhauses „Weissenecker" an den Rand ungewöhnlich tief eingeschnittener Gräben, der sog. Rietz-(Riess?) Gräben, die nach oben in der von Botzen aus sichtbaren rothen Wand auslaufen. Man kann an dem Grabenrande ganz leicht bis zu dieser rothen Wand aufsteigen, welche dieselbe brennendrothen Lettenschiefer bilden, wie jene soeben an der St. Sebastianskapelle geschilderten, obersten Campiler Schichten. Sie machen auch hier den durch stete Abrutschungen bloss liegenden Untergrund der kalkigen Steilwand aus. Von dem Kapellchen führt ein ganz bequemer

Fussweg durch die Gräben an den grauen Seisserschichten vorüber, die an Versteinerungen hier strotzen, zugleich aber auch Gyps beherbergen. Am Nordrande der Gräben abwärts steigend gelangt man bald an die Porphyrgrenze und indem man einen in dieser Höhe in die Gräben hineinführenden Holzweg verfolgt, gelangt man im Hauptgraben an eine prächtig aufgeschlossene Grenzstelle zwischen Porphyr und daraufiagerndem Sandstein. Die Klarheit des Profils lässt nichts zu wünschen übrig. Nach unten zu steht der hellgrüngraue Porphyr in mächtigen Massen an und auf ihm liegt ohne alle Zwischenbildung eines Conglomerats intensiv rother Letten in Wechsellagerung mit an Porphyrgrus reichem Sandstein etwa 3/4 M. mächtig. Hier finden wir gleich in den allertiefsten Lagen zahlreiche Gypsknollen und Ausblühungen von Kochsalz, wodurch gegenüber dem Vorkommen von Gyps in den Seisser Schichten weiter oben in denselben Gräben das Vorkommen des Gypses auf zwei weit getrennten Horizonten auch hier sicher nachgewiesen ist.

Zahlreiche Bänke von grobkörnigem, meist roth, oft buntfarbig gestreiftem feinkörnigem Sandstein und röthlichem oder grauem Lettenschiefer machen die Zwischenschichten bis zu den grauen Mergelkalken der Seisser Schichten aus, ohne dass sich auch hier eine Lage schwarzer Bellerophonkalke entdecken lässt. Ihr Stellvertreter ist ein gelblicher, oft poröser Dolomit.

Diese Facies der Triasschichten herrscht ohne namhafte Aenderung südwärts über Neumarkt hinaus selbst bis ins Fleimser- und Fassathal, wie die schönen Aufschlüsse zwischen den Marmorbrüchen an Canzocoli und dem von Zannon nach Sforzella aufwärts ziehenden Thaleinschnitte nachweisen.

Es ist nicht zweifelhaft, dass die durch das Eruptivgestein von Canzocoli bewirkte ebenso grossartige, wie un-

verkennbare Contaktmetamorphose die ganze Reihe der Campiler Schichten bis hoch hinauf in die ihnen aufgelagerten Dolomite erfasst hat.

Denn die theils hornstein-, theils thonstein- oder porzellanjaspisartig veränderten Schiefer lassen in einzelnen Zwischenschichten noch deutlich die Natur der Gesteinslage erkennen, aus welcher sie entstanden sind. Diess ist namentlich in einer kleine *Crinoideen*-Stiele enthaltenden hornsteinartigen Schicht der Fall, welche ich in dem Aufschlusse oberhalb Zannon in ihrer ursprünglichen nicht veränderten Beschaffenheit wieder erkannt zu haben glaube. Doch ist diese Identität immer nicht sicher genug, um mittelst der chemischen Analyse direct Schlüsse über die Art der erfolgten Umänderungen ziehen zu können. Indess glaube ich, dass es nicht schwer hält, bei einem längeren Aufenthalte von der tiefen Schlucht zwischen den Marmorbrüchen an Canzocoli und dem Waldsaume, in welcher die veränderten Schichten sehr gut entblösst anstehen, durch ein Verfolgen der einzelnen Lagen am Gehänge bis gegen den Einriss, durch den der Steig von Zannon auf das Gebirge gegen Sforzella aufwärts führt, die einzelnen Schichten in veränderter und unveränderter Beschaffenheit zu identificiren und dann die Art der erlittenen Umänderung genau nachzuweisen, eine gewiss dankbare Arbeit. Die zu dem blendendweissen sog. Marmor umgewandelten Gesteine gehören zweifelsohne der Dolomitregion unmittelbar, über den Campiler-Schichten an.

Aus dem schönen Profil an dem oben genannten Steig bei Zannon möchte ich noch einige Einzelheiten mittheilen, da dasselbe den Uebergang aus der westlichen Schlernfacies in die östliche anzudeuten scheint. Ich beobachtete daselbst über den brennendrothen Campiler-Schichten unmittelbar lagernd, folgende Schichtenreihe in abwärts gehender Ordnung:



1) zu oberst bis gegen Sforzella: weissen geschichteten Schlerndolomit,
2) darunter tuffige, z. Th. rauhwackenartige, z. Th. bröckliche, kurzklüftige Dolomite mit einzelnen *Gyroporellen* . . . . 50 m
3) schwarze dünnplattige Kalke mit Zwischenlagen von schwarzem festem kalkigem Schiefer, ähnlich den Habolienschichten, in der mittleren Lage knollig, unten dolomitisch, zuweilen porös 10 m
4) weissliche Dolomite nach unten übergehend in dunkle Dolomite mit einzelnen Hornsteinausscheidungen . . . . 30 m
5) Wellenkalk-ähnliche klotzige, dünnschichtige mergelige Kalke mit einzelnen Crinoideen-Stielen (? *Dadocrinus)* . . . . 10 m
6) hellgrünlich graue, weisse, z. Th. sandige Mergel mit Pflanzenspuren . . . . 1 ½ m
7) Campiler Schichten.

Es folgen dann tiefer die zahlreichen Glieder der Campiler und Seisser Schichten, bis gegen Panchia der Grödener Sandstein sich stellenweis aus dem mächtigen Gehängeschutt heraushebt, welcher auch hier mittelst gelber Dolomite anstatt der schwarzen Bellerophon-Schichten an die Seisser Schichten sich anschliesst.

Umgegend von Trient.

Jenseits des Porphyrstocks südwärts gegen Trient zu findet man die ersten schönen Entblössungen bei dem Dorfe Le Villé am N.-Gehänge des Avisothals unfern Lavis. Hier beginnt jene Entwicklungsart der unteren Triasschichten, die sich nun über die ganze Gegend von Trient verbreitet zeigt. Sie ist charakterisirt durch die Häufigkeit des Vorkommens kohliger Lagen im Grödener Sandstein, durch den Reichthum an Schwerspath, Blei- und Kupfer-

erzen in dem gelben Dolomit, welchen die Tyroler Karte desshalb als „unteren Alpenkalk" angegeben zu haben scheint, und über dem Trias durch die Ausbildung der jüngeren Schichtenglieder nach dem Typus der Schichten bei Roveredo insbesondere durch das Auftreten der Lithiotiskalke.

Es giebt wohl in den Alpen wenige Stellen von gleichem Umfange, wie jene der Umgegend von Trient, welche eine grössere Mannigfaltigkeit den Gesteinsschichten in Verbindung mit höchst verwickelten und gestörten Lagerungsverhältnissen darbieten. Das Wenige, was ich zu beobachten hier Gelegenheit fand, und worüber ich in dem Nachfolgenden einen gedrängten Bericht erstatte, bezieht sich hauptsächlich auf die Fragen über die Zugehörigkeit des Grödener Sandsteins zur Trias oder Dyas, über das Vorkommen der Bellerophonschichten, über die Andeutungen der Crinoideenlage im alpinen Muschelkalk und über das Niveau der erzführenden Dolomite.

Die ältesten Ablagerungen über dem Porphyr und Thonschiefer.

Die Gegend von Trient weist an zahlreichen Stellen eine ganz eigenthümliche Bildung über dem Porphyr und Thonschiefer auf, die man als tuffiges Conglomerat bezeichnen kann. Schon die alte Tyroler montanistische Karte giebt dieselbe in einem breiten Streifen an der Strasse von Trient nach Val Sorda bis gegen Pantè an.

Leider hindern die Weinbergsmauern, die der geologischen Forschung namentlich im Herbste unübersteigbare Schranken setzen, das genauere Verfolgen des Zusammenhangs dieser höchst merkwürdigen Bildung mit den zunächst auflagernden Schichten. Gleich am Ansteig der genannten Strasse aus der Thalsohle gegen Villazzano steht das deutlich geschichtete porphyrtuffartige Conglomerat mit zahl-

reich eingebetteten bald mehr, bald weniger abgerundeten Porphyrstücken mächtig an. Schichtweise ist es gröber und feiner ausgebildet und wechselnd dunkelgrau und licht grünlich gefärbt. Es hat das Aussehen, als entstamme die Hauptbindemasse den Melaphyreruptionen, bei welchen der Porphyr durchbrochen und Fragmente desselben mit fortgerissen wurden. Das direct auflagernde Gestein ist hier an der Strasse nicht zu sehen. Die nächsten bei Hausnummer 249 anstehenden Schichten bestehen aus gelbem rauhwackeartig porösem Dolomit nach Art der Lagen über dem Grödener Sandstein.

Es geht dem entsprechend weiter aufwärts bei Hausnummer 253 und 254 auch der graue Mergel der Seisser-Schichten zu Tag aus. Vollständiger ist der Aufschluss oberhalb Panté südwärts vom Wege nach Pergine am Westgehänge des Mt. Chegul in der Nähe der höchst gelegenen Weinberganlagen. Hier zeigt sich neben einem Fahrweg erst eine Mandelstein- und Tuffbildung bedeckt von demselben, oben erwähnten Gebilde an der Strasse nach Val Sorda, wohlgeschichtet und schwach nach SW. geneigt. Dasselbe geht nach Oben in ein graues Conglomerat über, welches in gleichförmiger Lagerung bedeckt wird von grauen, dünngeschichteten, dolomitischsandigen Lagen mit unbestimmbaren Pflanzenresten und kugeligen Ausscheidungen, denen, wie Dünnschliffe lehren, nichts Organisches zu Grunde liegt. Thonsteinartige Schichten voll von schwarzen Hornsteinausscheidungen und gelbverwitternde Dolomiten folgen weiter im Hangenden. Der ganze Schichtencomplex mag gegen 30 m mächtig sein. Eine Aehnlichkeit mit den grauen Schichten von Ums [4]) ist unverkennbar. Erst darüber beginnt die Reihe röthlicher und gelblicher Sandsteinschichten mit Gypseinlagerungen bis zu einer hohen Felswand weissen

---

4) S. I. Mittheilung. Sitz. d. Ak. d. Wiss. math.phys. Cl. 1873. I. S. 23.

Dolomits, dessen geologische Stellung später ausführlich erörtert werden wird. Ueber sie emporsteigend finden wir dann die weiteren Schichten der Seisser und Campiler Reihe, hier mit einer zweiten oberen Gypseinlagerung in letzterer und einer Decke wellenkalkähnlich wulstigwellig dünnschichtiger Mergelkalke, über welchen bereits der aus blendend weissem Dolomit bestehende mächtige Schutt am Gehänge des Mt. Chegul beginnt.

Genau S. von Panté und direct O. von Salé finden wir in einem tiefen Graben einen zweiten ähnlichen Autschluss. Wo der Weg durch diesen Graben zieht, steht an einem einzelnen Haus grobes tuftiges Conglomerat von Porphyr- und Quarzrollstücken an. Darüber legen sich in dem tiefen Wassergraben und hoch am östlichen Gehänge ansteigend blaurothe, wohlgeschichtete Tuffe und grün getüpfelte, buntstreifige, aus Porphyrgrus bestehende Sandsteine an, welche wiederum von 3 M. mächtigem rothem lettigem Schiefer und 2 M. mächtigem graulichem Sandstein nach Art des oben erwähnten hornsteinführenden überdeckt sind. Ohne jede auffallende Gesteinsscheide folgen darüber in gleichförmiger Lagerung, die rothen und buntgefärbten Sandsteinschichten mit Pflanzenresten und Kohlenputzen, welche die Beschaffenheit des gewöhnlichen Grödener Sandsteins besitzen.

Aehnliche Verhältnisse scheinen über den ganzen Gebirgsstrich SO. von Trient zu herrschen. Auch an der Hauptstrasse nach Pergine begegnen wir zwischen dem Einzelhaus Ciré und der Fersina-Brücke einer gleichen Conglomeratbildung, welche hier zwischen dem anstehenden Porphyr und dem kurz vor der Fersinabrücke zu Tag ausstreichenden Thonschiefer mit steil nach NW. einfallenden Schichten eingekeilt ist. Das Conglomerat besteht hier fast ganz aus Quarzrollstücken und ist nahezu horizontal gelagert, während etwas abwärts an dem Ufer der Fersina dem Hause Stacche gegenüber aus dem Flussbette nach W.

einfallende Schichten zu Tage treten. Es sind am NO. Flussrande grobkörnige grauliche oder lichtweisse mürbe Sandsteine mit Kohlenputzen und Pflanzeneinschlüssen, auf dem SW.-Ufer dünngeschichtete, schwarze dolomitische Mergel voll kleiner Höhlungen, wechselnd mit schwarzen Schieferzwischenschichten. Darüber baut sich in hoher steiler abgerutschter Wand ein schichtenreiches System von graulichem, öfter buntem, röthlichem Sandstein, der unter der mächtigen Geröll- und Schuttdecke verschwindet, auf, bis endlich noch höher der weisse stark zerklüftete Dolomit des Mt. Celva sich wieder heraushebt und mit NW.-Einfallen rasch bis in die Thalsohle herabsenkt, wo das Flussbett in enger Schlucht sich durch denselben sein Rinnsal gebrochen hat. Derselbe Dolomit setzt auch an der Hauptstrasse in der Nähe der Wegabzweigung nach Civezzana durch die Thalung streichend N. fort und wird hier bei Malpensada durch eine Verwerfungsspalte von dem weiter W. vorliegenden Lithiotiskalke geschieden und von grossartig entwickeltem Schutt überdeckt. Im Ganzen sind demnach die Verhältnisse genau so, wie näher bei Trient.

Kaum anders verhält es sich weiter S. in dem Strich, der bereits dem Zuge des Val Sugana angehört. Ich verfolgte hier auf dem Wege, der von Caldonazzo nach Centa führt, den Thonschiefer bis nahe zu dem Dorfe Centa, wo ein vollständig zersetztes, melaphyrartiges Gestein die Thonschiefergrenze bezeichnet. Weiter aufwärts verhüllt aber der Gebirgsschutt jeden Aufschluss bis hoch oben zum Dolomit des Mt. Terrarossa, unter dem ein rother Streifen das Durchziehen der Campiler Schichten verräth. Dagegen ist der Aufschluss bei Vigolo, wenn man von Calceranica aus über Bosentino nach Val Sorda den Sattel überschritten hat, überraschend schön und lehrreich. Neben einem von Vigolo in N. Richtung aufwärts führenden Fahrwege ist die Grenze zwischen dem tiefer anstehenden phyllitähnlichen Thonschiefer, wie

er auch bei Centa getroffen wird, und den höheren Sandsteinschichten mehrfach direct entblösst. Keine Spur von Conglomeratbildung ist hier zu sehen. Es beginnt unmittelbar über dem Thonschiefer die höhere Schichtenfolge mit intensiv rothem Letten, auf welchem sandige Lagen mit den bekannten kohligen Einmengungen folgen bis zu einer mächtigen oolithischen Dolomitbank, die plötzlich als Steilwand an dem Gehänge sich erhebt. Wir werden später auf diese, sowie auf die höheren, hier Schicht für Schicht entblössten Lagen zurückkommen.

Sehen wir uns in der Gegend NO. von Trient um, so finden wir die ausgezeichnetsten Profile in dem Graben unmittelbar hinter Gardolo di mezzo und noch ausgiebiger in derselben Schlucht etwas höher aufwärts bei Masi Saracini.

Von der Trient-Laviser Strasse steigt man bei Gardolo aufwärts über stark zertrümmerten, oft breccienartigen Dolomit, der als Fortsetzung des Dolomits vom Mt. Calisberg sich am Gehänge herabzieht und bei Gardolo die Thalung erreicht, aufwärts bis Gardalo di mezzo, wo plötzlich hinter den Häusern eine tiefe Schlucht eingegraben ist. In derselben steht eine kleine Mühle. Etwa 25 Schritt abwärts von dieser Mühle ist die Grenze des eben erwähnten Dolomits, dessen Bänke steil nach SW. einfallen. Ein grossartige Verwerfung hat hier bewirkt, dass die ganze Reihe der Campiler und Seisser Schichten fast ganz fehlt und gleich oberhalb des Wegübergangs nach Meano, in dessen Nähe ein grauer Sandstein von isolirten Gypsputzen wie gespickt erscheint, bereits der Grödener Sandstein beginnt. Der graue, grobkörnige Sandstein, erfüllt von Pflanzenresten, schliesst mehrfache Lagen schwarzer kohliger Schiefer in sich, die sogar Veranlassung zu Versuchsbauen auf Steinkohlen gegeben haben. Es ist höchst eigenthümlich, dass trotz der grossen Menge von Pflanzeneinschlüssen, die sich hier finden, es auch an diesen Stellen ebenso wenig, wie an anderen gelingen

wollte, irgend Bestimmbares zu entdecken. Der Länge nach gestreifte und gefurchte Stengel sind das Einzige, was sich erkennen lässt. Sie haben äusserlich eine gewisse Aehnlichkeit mit Voltzienholz, wie es sich im Buntsandstein bei Zweibrücken findet, aber von einer bestimmten Identität kann keine Rede sein. Dagegen glückte es mir ein verkieseltes Stammstück zu finden, welches Material zu sehr schönen Dünnschliffen lieferte. In dem Radial- und Tangentialschnitte lassen sich in den Dünnschliffen fast nur langgezogene fadenähnliche Strukturtheile mit verdunkelten Wandungen erkennen, als ob das Ganze nur aus Zellen bestände. Stellenweise jedoch bemerkt man querlaufende dunklere Streifchen in denselben und es entstehen dadurch an Ringgefässe erinnernde Formen, endlich stellen sich auch hier und da ganz verdichtete Cylinder ein, die deutlich von hellen Züpfel durchbrochen sind. Es gewinnt daher sehr an Wahrscheinlichkeit, dass die langen fadenartigen Formen noch als Gefässe anzusehen sind, in welchen durch den Versteinerungsprocess die Gefässstructur zu Grunde ging und nur die Wandungen sich erhalten haben. Nach den wenigen Andeutungen der erhaltenen Gefässe zu urtheilen, gehört der Stamm einem Coniferenholz an. Die kohlenführenden Schichten werden unterlagert von rothem, sandigem Lettenschiefer und ziemlich grobkörnigem rothem und buntgestreiftem Sandstein, der hier ohne eine Spur von anderer Zwischenlage unmittelbar auf dem quer durch die Schlucht streichenden Porphyr aufruht. Die Grenze ist vollständig frei gelegt. Genau dasselbe Profil wiederholt sich auch in der Nähe am Wege von Gardolo di mezzo aufwärts nach M. Saracini, wo ebenfalls die Porphyrgrenze vollständig entblösst ist und noch einmal oberhalb des letzteren in der Schlucht, da wo der Weg nach Cortesano durch dieselben führt. Hohe nackte Wände der Schlucht schliessen hier die Gesteinsreihe mit schwachem NW.-Einfallen Schicht für

Schicht bis zu dem unterlagernden dunkelrothen Porphyr, der auch hier quer durch die Schlucht zieht, auf. Es sind folgende Schichten aufgeschlossen:

1) Zu oberst, die Schlucht mit steiler Felswand krönend oolithischer, gelblicher und weisslicher Dolomit, nach unten bräunlich, zerstreut kleinluckig, mit Stylolithen . . . . 8 m
2) darunter dünnschichtiger, röthlicher und gelblicher, steinmergelartiger Dolomit in dicken Bänken gesondert, von eigenthümlichen, langgezogenen, rechtwinckelig zu den Schichtflächen verlaufenden hohlen Röhrchen durchzogen, unten grossluckig und knollig . . . . $3^1/_2$ m
3) gelblich grauer Mergel mit kohligen Theilchen und einzelnen verkohlten breiten Nadeln, dann knollige Dolomitzwischenlagen und Gypsputzen einschliessend . . . . 6 m
4) dolomitische kleinknollige Steinmergel mit röhrenartigen Höhlungen . . . . 2 m
5) grauer Mergel, dünnschichtig, wechselnd in dünnen Lagen mit grauem, gelblich verwitterndem Dolomit . . . . 17 m

Ich bin der Ansicht, dass dieser Schichtencomplex (1—5) die Grenzschichten zwischen eigentlichem Grödener Sandstein und den Seisser Schichten vertreten, also den Grenz-Dolomit und die Bellerophon-Schicht repräsentiren. Es folgte dann tiefer:

6) graulicher weisslicher, seltener röthlicher Sandstein, wechselnd mit grauen Thonzwischenlagen und dünnen dolomitischen Streifchen, kohligem schwarzem Schiefer voll zahlreicher Pflanzenresten, Kohlenputzen und von Schwerspathäderchen durchzogen . . . . 63 m

7) getigerter Sandstein, Porphyrgruslagen mit spärlichen Spuren von Rollsteinen . . . . . 1 m

8) als Unterlage: dunkelrother Porphyr.

Im Ganzen stellt sich dieses Profil demjenigen gleich, durch welches man von Neumarkt an einer neugebauten Strasse nach Mazzon aufsteigt und entspricht ziemlich genau den Aufschlüssen, welche sich längs der Porphyrgrenze NO. vom Kalisberg über Monte Vaccino und den Sattel Doss dei cani gegen Civezzano über vielfach wiederholen.

Fasst man das Ergebniss dieser mühsamen, meist in ganz unwegsamen Schluchten angestellten Untersuchungen zusammen, so scheint mir folgende Annahme der Natur der Verhältnisse am besten zu entsprechen, obwohl ihr die Unterstützung durch paläontologische Momente abgeht.

Soweit über Porphyr oder Thonschiefer jüngere Sedimente bei Trient vorkommen, lagern sie ohne Unterbrechung bis zu dem weissen Dolomite gleichförmig über einander. Trotzdem scheint eine Theilung innerhalb der tiefsten Glieder in eine ältere dem Rothliegenden entsprechende und in eine höhere dem Buntsandstein parallele Bildung dadurch angedeutet, dass an sehr vielen Stellen die Reihe der Sedimente ohne alle Conglomerate und ohne dunkle Schiefer direct mit den dem Buntsandstein petrographisch ähnlichen kohlenführenden Schichten beginnt. Es nehmen daher die Conglomerate eigene, von der späteren Ablagerung des bunten Sandsteins unabhängige Verbreitungsgebiete ein, wodurch ihre Selbstständigkeit und ihre Scheidung von den jüngeren Ablagerungen begründet erscheint. Ganz analogen Verhältnissen zwischen Rothliegendem und Buntsandstein begegnen mir auch im mittleren Deutschland z. B. im Spessart, Vogelsgebirge, Odenwald, wo der intensiv rothe lehmige Röthelschiefer der postcarbonischen Formation und das kaum unterscheidbare tiefste Glied der Bunt-

sandsteinformation, der bröckliche Leberschiefer, unmittelbar und gleichförmig übereinander liegen. Beide petrographisch so ähnliche Gebilde erweisen sich nur dadurch zu den verschiedenen Formationen gehörig, dass beide stellenweis unabhängig von einander auftreten und besondere Verbreitungsgebiete einnehmen, und zwar in der Art, dass in diesem Falle der lehmige Röthelschiefer immer mit dem Zechstein und von dessen Verbreitung abhängig, der bröckliche Leberschiefer dagegen jedesmal an das Vorkommen des bunten Sandsteins gebunden und an diesen innigst angeschlossen auftritt. Analog verhält es sich in Südtirol mit dem breccienartigen Conglomerat des Rothliegenden und den buntgefärbten Sandsteinlagen des alpinen Buntsandsteins. Diese Analogie der Verhältnisse mit mitteldeutschen Ablagerungen tritt namentlich am Ostrande des Hardtgebirgs besonders deutlich hervor. Während nämlich im Spessart noch der Zechstein normal und mächtig entwickelt ist und die Röthelschiefer erst über dem Zechstein auftauchen, verliert sich westwärts der Zechstein gänzlich und es folgen am Westrande des Rheinthals ohne Unterbrechung und ohne discordante Lagerung die Conglomerate des Rothliegenden, die Röthelschiefer, die Leberschiefer und die tiefsten Lagen des Buntsandsteins über einander. Bei flüchtiger Betrachtung sehen sich Röthelschiefer und Leberschiefer hier zum Verwechseln ähnlich. Aufmerksamere Betrachtung lehrt jedoch, dass jene immer zu thonigem, gleichförmig zähem Lehm sich zersetzen, während die Leberschiefer stets nur zu bröcklichem Grus zerfallen. In manchen Gegenden erscheint nun nur das Rothliegende mit dem Röthelschiefer, und in anderen nur der Buntsandstein mit dem Leberschiefer. Dadurch ist ihre Scheidung und Zutheilung zu den beiden verschiedenen Formationen, trotz ihrer petrographischen Aehnlichkeit und gleichförmigen Lagerung, sicher gestellt.

Dieselben Principien wenden wir auch auf die Schich-

ten in Südtirol an und verfahren dabei nicht nach Willkür, sondern nach wohl begründeten Analogien.

Gleichwohl würde diese Zutheilung und Scheidung sofort in Nichts zerfallen, wenn die Bellerophon-Schichten als ein alpines Aequivalent für Zechstein sich erweisen würden; denn dann müsste der ganze Complex darunter, also der Grödener Sandstein mit sammt dem Conglomerate als alpines Rothliegende aufgefasst werden. Bei der hohen Wichtigkeit dieser Frage habe ich ihr bei meinem letzten Besuch der Alpen vorzugsweise meine Aufmerksamkeit zugewendet. Es scheint nicht nöthig, hier alle die einzelnen Profile in ihrem kleinsten Detail anzuführen, die ich z. Th. wiederholt in der oberen Grenzregion des Grödener Sandsteins gegen die Seisser Schichten untersucht habe. Es herrscht darin so grosse Gleichförmigkeit und so einstimmige Auffassung der Schichtenfolge bei allen denen, welche die bezüglichen Gegenden geognostisch aufgenommen haben, dass es genügen möchte, diess zu constatiren. Ich habe bereits in meinem ersten Beitrag auf die zwischen Grödener Sandstein und Seisser Schichten eingeschalteten Schichten, die schon durch v. Richthofen von mehreren Fundstellen hervorgehoben worden waren, sowie auf ihren grossen Reichthum an organischen Einschüsse aufmerksam gemacht und darauf hingewiesen, dass sie dadurch und wegen ihrer weiten Verbreitung hier einen wichtigen Horizont abzugeben geeignet scheinen. Später hat sie Dr. Loretz am Nordrande der Südalpen in fast ununterbrochenem Zuge auf der Südseite des Pusterthales kennen gelernt und auch Dr. Hörnes ihre Identität mit den von mir aus der Pufler Schlucht genau geschilderten Foraminiferen-Schichten bestättigt. Es sind hier bis zum Enneberg vorherrschend dunkelschwarze Kalke und Dolomite, in denen Dr. Hörnes eine Anzahl von Versteinerungen, darunter besonder charakteristisch *Bellerophon peregrinus* nachgewiesen hat. Vom

anlassung gegeben haben, wie bei Palu. Ich konnte eine ganze Reihe alter Berghalden im Streichenden von Monte di sopra bis zum Sattel, der hinüber nach Civezzana führt, weithin verfolgen. Es sind diess dieselben Gesteine, welche auf der Tiroler montanistischen Karte unter der Bezeichnung „unterer Alpenkalk" verzeichnet wurden. Dass Schwerspath und Kupfererze in diesem hohen Horizonte der Campiler Dolomite vorkommen, obwohl sie schon in viel tieferen Schichten, selbst im Grödener Sandstein beginnen, daran kann man sich am N. Gehänge des Kalisbergs in mehrfachen Querprofilen überzeugen. Ich beobachtete in dem Fahrweg, der von Masi Saracini nach Monte Vaccino führt, deutlich anstehende, ausgezeichnet oolitische Dolomite und rothbraune dolomitische Kalke, welche von zahlreichen Schwerspathadern mit Kupferspuren durchschwärmt sind. Gleich daneben am Gehänge ziehen sich die alten Bergbau-Halden hin.

Noch klarer ist der Aufschluss oberhalb Gardolo di mezzo da, wo ein Seitenweg von jenem nach Masi Saracini südlich sich abzweigt. Hier streicht der vom Kalisberg zum Thal bei Gardolo ziehende bröckliche blendend weisse jüngere Dolomit quer durch und es folgt zunächst unter demselben in gleichförmiger Lage der graue, dem deutschen Wellenkalk petrographisch so ähnliche Mergelkalk als Decke der tieferen Campiler Schichten, wie sie in dieser Gegend ausgebildet sind. Etwa 100 m unter der Grenze gegen den vorliegenden Kalisberg-Dolomit steht als eine Einlagerung oder Zwischenbank in der Campiler Reihe ein mächtiger Fels gelben und braunen Dolomits an, reich an Schwerspathadern und Rotheisensteinschnürchen genau im Fortstreichenden des oben erwähnten Dolomits mit Kupfererzen und unterlagert von der reichen Mergelbildung der Seisser Schichten. Dadurch ist die Stellung dieses Dolomits ganz sicher ermittelt.

Was die Gegend SO. von Trient anbelangt, so gewährt

das in seinen tieferen Lagen bereits früher geschilderte Profil oberhalb Pantè die besten Aufschlüsse. Im Allgemeinen ist die Schichtenausbildung die nämliche, wie bei Gardolo di mezzo. Die einzelnen mächtigen Dolomitbänke ragen auch hier als Felsrippen oder steile Terrassenränder zwischen den anderen Gesteinsbänken vor. Ganz besonders macht sich die meist rothe, oolitische Holopellenbank bemerkbar, welche das meiste Material zu den Weinbergsmauern dieser Gegend geliefert hat. Bemerkenswerth für diesen Strich ist auch das Vorkommen von Gypsknollen in den höchsten Lagen der Campiler Schichten oberhalb einer 15 m. mächtigen Rauhwackenbank.

Noch weiter südlich bieten sich uns in den Profilen an den Gehängen oberhalb Vigolo gegen Terra rossa und den M. Marzola sehr interessante Verhältnisse. Auch hier erhebt sich über den sandigen Lagen der Grödener Schichten mit vielen Kohlenputzen zuerst eine steile hohe Felswand, welche aus unten dünnen, oben dickeren Bänken eines z. Th. oolithischen z. Th. sehr dichten, gelben oder weisslichen Dolomits besteht. Wir sehen darin den Stellvertreter der Bellerophon-Dolomite, wie die zahlreichen, aber in hohem Grade undeutlichen Versteinerungen erkennen lassen, die darin auftreten. Graue dünnschichtige Mergelkalke mit den charakteristischen organischen Einschüssen der Seisser Schichten bedecken diese Felsbänke. In rascher Wiederholung erscheinen nach Oben noch dreimal ähnliche ziemlich mächtige Dolomitfelsmassen, von einander nur durch graue und rothe thonige, mergelige und sandige Zwischenlagen getrennt. Die oberste dieser Bänke beginnt mit einer oolithischen, weissen, gelblich verwitternden, z. Th. intensiv rothen eisenreichen Dolomitlage, in welcher wie NO. von Trient Schwerspath und Kupfererze brechen. Steinmergelartig dichte Gesteine vermitteln hier den Uebergang in grosslückige Rauhwacke, welche in dieser Gegend besonders

mächtig hervortritt. Leider sind bis auf einzelne Steinmergelbänke die höheren Lagen bis unter dem zunächst darüber folgenden blendend weissen Dolomit des Mt. Marzola (Calisberg-Dolomit) mit etwa 30—35 m. ganz überrollt.

Es ist kaum zweifelhaft, dass es dieselben Schichten sind, in denen ich eine Anzahl Triasformen (vergl. I, S. 34) nachgewiesen habe. Es lässt sich namentlich an den Foraminifereneinschlüssen, die in Dünnschliffen sichtbar werden, erkennen, dass es derselbe Horizont sei, in welchen die Wiener Geologen das Vorkommen von *Bellerophon peregrinus*, von *Spirifer*, *Avicula*, *Mytilus*, *Myophoria*, *Turbo* u. s. w. angeben, so dass im Ganzen, wie Stache annimmt, ein paläozoischer Typus hervortrete. Dergleichen Ankläge an ältere Faunen in jüngeren Schichten begegnen wir zu wiederholten Malen in den Alpen. Es dürfte daher eine gewisse Formähnlichkeit nicht für zureichend erachtet werden, um daraus auf eine Gleichstellung mit älteren Schichten zu schliessen. Wir sehen ähnliche Andeutungen in der Fauna von St. Cassian, ja selbst noch in der des rhätischen Schichtencomplexes und über diese hinaus mehrfach wiederkehren. Es zeigen sich darin eben einzelne erhaltengebliebene Glieder jener grossen Kette der Artenverwandtschaft und der Formencontinuität, welche eine ältere Fauna mit einer jüngeren verbunden hält. Süss[5]) hat sich neuerlichst über die Bedeutung dieses wiederholten Auftretens sogenannter alter Typen in jüngeren Schichten in lichtvoller Weise ausgesprochen. Wie mir scheint, haben wir in den Bellerophon-Schichten nur ein weiteres Beispiel dieser Wiederholung einer Vortriasfauna in Triasschichten zu verzeichnen.

Eine weitere Frage, die ich durch meine Untersuchun-

5) Die Entstehung der Alpen S. 99 ffd.

gen bei Trient zu beantworten versuchte, bezieht sich auf den Nachweis der Crinoideen- und Brachiopoden-Schichten des Muschelkalks von Recoaro, die nordwärts in den Profilen am Schlern und bei Neumarkt sich nicht sicher bemerkbar machen. In diesen nördlichen Gegenden schreitet die Dolomitbildung über den rothen Campiler Schichten fast ununterbrochen bis zum Schlerndolomit fort. Bei Tiers, wo ich den vortrefflichen Aufschluss über der St. Sebastians-Kapelle zu erneuerten Beobachtungen benützte, tritt über den obersten brennendrothen Lettenschiefer der Campiler Schichten zuerst eine festere Gesteinslage als Fuss der weiter aufragenden Steilwand auf, welche 2 m. mächtig aus dünnen Schichten eines knollig klotzigen blaugrauen dolomitischen Mergelkalks mit zwischenliegenden grauen Mergeln besteht. Letztere enthalten Spuren von Pflanzenversteinerungen. Darauf baut sich erst die fast senkrechte 10 m. hohe Wand aus hellgelblich weissem, fleckweise rostfarbigem klotzigem Dolomit auf, welcher dadurch ausgezeichnet ist, dass er flache Linsen und Knollen oder Lagen von Hornstein und kieseligem Kalk enthält. In diesen Ausscheidungen zeigen sich ziemlich viele, aber meist sehr undeutliche organische Formen, *Crinoideen* und *Brachiopoden*. Ueber diesen Felsen springt der Abhang etwas terrassenförmig zurück. Der so gebildete Absatz wird durch die Zwischenlage von weicheren grauen Dolomiten von 5 m. Mächtigkeit veranlasst, über denen dann erst ohne weitere Unterbrechung der blendend weisse Schlerndolomit bis hoch hinauf zum Tschaffon sich aufthürmt. Also auch hier ist noch kein deutliche Abgliederung wie bei Recoaro ausgeprägt. Auch O. und SO. von Trient bieten die zahlreichen, von mir näher untersuchten Profile keine weiteren Aufschlüsse, als dass über den rothen Campiler Schichten ein System grauer, dünnschichtiger, wellig gebogener, dem mitteldeutschen Wellenkalk petrographisch (natürlich nicht der Lage

mächtig hervortritt. Leider sind bis auf einzelne Steinmergelbänke die höheren Lagen bis unter dem zunächst darüber folgenden blendend weissen Dolomit des Mt. Marzola (Calisberg-Dolomit) mit etwa 30--35m. ganz überrollt.

Es ist kaum zweifelhaft, dass es dieselben Schichten sind, in denen ich eine Anzahl Triasformen (vergl. I, S. 34) nachgewiesen habe. Es lässt sich namentlich an den Foraminifereneinschlüssen, die in Dünnschliffen sichtbar werden, erkennen, dass es derselbe Horizont sei, in welchen die Wiener Geologen das Vorkommen von *Bellerophon peregrinus*, von *Spirifer*, *Avicula*, *Mytilus*, *Myophoria*, *Turbo* u. s. w. angeben, so dass im Ganzen, wie Stache annimmt, ein paläozoischer Typus hervortrete. Dergleichen Ankläge an ältere Faunen in jüngeren Schichten begegnen wir zu wiederholten Malen in den Alpen. Es dürfte daher eine gewisse Formähnlichkeit nicht für zureichend erachtet werden, um daraus auf eine Gleichstellung mit älteren Schichten zu schliessen. Wir sehen ähnliche Andeutungen in der Fauna von St. Cassian, ja selbst noch in der des rhätischen Schichtencomplexes und über diese hinaus mehrfach wiederkehren. Es zeigen sich darin eben einzelne erhaltengebliebene Glieder jener grossen Kette der Artenverwandtschaft und der Formencontinuität, welche eine ältere Fauna mit einer jüngeren verbunden hält. Süss[5]) hat sich neuerlichst über die Bedeutung dieses wiederholten Auftretens sogenannter alter Typen in jüngeren Schichten in lichtvoller Weise ausgesprochen. Wie mir scheint, haben wir in den Bellerophon-Schichten nur ein weiteres Beispiel dieser Wiederholung einer Vortriasfauna in Triasschichten zu verzeichnen.

Eine weitere Frage, die ich durch meine Untersuchun-

---

5) Die Entstehung der Alpen S. 99 ffd.

gen bei Trient zu beantworten versuchte, bezieht sich auf den Nachweis der Crinoideen- und Brachiopoden-Schichten des Muschelkalks von Recoaro, die nordwärts in den Profilen am Schlern und bei Neumarkt sich nicht sicher bemerkbar machen. In diesen nördlichen Gegenden schreitet die Dolomitbildung über den rothen Campiler Schichten fast ununterbrochen bis zum Schlerndolomit fort. Bei Tiers, wo ich den vortrefflichen Aufschluss über der St. Sebastians-Kapelle zu erneuerten Beobachtungen benützte, tritt über den obersten brennendrothen Lettenschiefer der Campiler Schichten zuerst eine festere Gesteinslage als Fuss der weiter aufragenden Steilwand auf, welche 2 m. mächtig aus dünnen Schichten eines knollig klotzigen blaugrauen dolomitischen Mergelkalks mit zwischenliegenden grauen Mergeln besteht. Letztere enthalten Spuren von Pflanzenversteinerungen. Darauf baut sich erst die fast senkrechte 10 m. hohe Wand aus hellgelblich weissem, fleckweise rostfarbigem klotzigem Dolomit auf, welcher dadurch ausgezeichnet ist, dass er flache Linsen und Knollen oder Lagen von Hornstein und kieseligem Kalk enthält. In diesen Ausscheidungen zeigen sich ziemlich viele, aber meist sehr undeutliche organische Formen, *Crinoideen* und *Brachiopoden.* Ueber diesen Felsen springt der Abhang etwas terrassenförmig zurück. Der so gebildete Absatz wird durch die Zwischenlage von weicheren grauen Dolomiten von 5 m. Mächtigkeit veranlasst, über denen dann erst ohne weitere Unterbrechung der blendend weisse Schlerndolomit bis hoch hinauf zum Tschaffon sich aufthürmt. Also auch hier ist noch kein deutliche Abgliederung wie bei Recoaro ausgeprägt. Auch O. und SO. von Trient bieten die zahlreichen, von mir näher untersuchten Profile keine weiteren Aufschlüsse, als dass über den rothen Campiler Schichten ein System grauer, dünnschichtiger, wellig gebogener, dem mitteldeutschen Wellenkalk petrographisch (natürlich nicht der Lage

nach) bis zum Verwechseln ähnlicher Kalke constant sich vorfindet. Der unmittelbare Anschluss an den etwa 10 m. höher beginnenden blendend weissen Dolomit (Schlerndolomit des Kalisbergs) ist hier überall durch Zusammenbruch und Schutt verdeckt: so oberhalb Pantè, am Steilgehänge des Mt. Chegol, wo eine grossartige Verwerfung O. von Mt. Celva durchzieht und in der Fleimsthalspalte fortsetzt. Auch am Wege nach Val Sorda sind diese Grenzschichten entblösst. Nirgends aber begegnen wir einer Spur der so grossartig entwickelten Schichtenreihe, wie im Enneberger Gebiete, keinen typischen Wengener Schichten, keinen Buchenstein-Kalken, keinen St. Cassianer-Gebilden, deren Faciesausbildung, wie es scheint, erst östlicher im mittleren Fleimsthale zwischen Cavalese und Predazzo sich anzulegen beginnt, während dieser Typus bekanntlich bei Recoaro und in den südlicheren venetianischen Alpen gleichfalls fehlt. Aber auch das Charakteristische der Schichtenausprägung, wie sie sich bei Recoaro zu erkennen giebt, ist bei Trient nicht in gleicher Schärfe zu finden, obwohl eine gewisse Annäherung nicht zu verkennen ist. Bei Recoaro nämlich ist das untere Schichtensystem ausserordentlich dürftig ausgebildet. Es liegen hier über dem Phyllit, ähnlich wie in Val Sugana, zuerst 1) röthlicher Sandstein, der unten oft Conglomeratbänke in sich schliesst, durchschnittlich wohl nicht über 10 m. mächtig, dem Grödener Sandstein entsprechend, dann darüber 2) gelbliche Dolomite wechselnd mit rothem Lettenschiefer, grauen dolomitischen Mergelkalken, wohl auch röthlichen sandigen Zwischenschichten nach oben mit einer gypsführenden Lage abschliessend als Stellvertreter der Seisser und Campiler Schichten zusammen, gegen 40 m. mächtig; 3) dünnplattig wulstiger Kalk gegen 10 m. mächtig, als Hauptlagen des *Dadocrinus gracilis*, 4) weicher grauer z. Th. sandiger Mergel mit den Voltzieneinschlüssen, gegen 8 m. mächtig; 5) der Brachiopodenkalk, grau, fest, oft klotzig

und hornsteinführend nach oben in dolomitische, rostbraun verwitternde Schichten übergehend im Ganzen etwa 15 m. mächtig; 6) röthliche Conglomeratbänke und grellrothe, oft sandige Lagen mit 10 m, 7) dünngeschichtete graue Mergelkalke und gelbverwitternde dolomitische Lagen gegen 20 m. mächtig, 8) schwarze Kalke, in welchen Beyrich zuerst das ursprüngliche Lager der *Gyroporella triasica* entdeckt und festgestellt hat und endlich 9) das Massiv der weissen deutlich geschichteten Kalke, welche an vielen Stellen Blei- und Zinkerze führen und sowohl dem Schlerndolomit als Wettersteinkalk entsprechen. Man könnte in den pflanzenführenden Lagen bei Tiers die Voltzienschicht, in den grauen wellenkalkähnlichen Bildungen SO. von Trient die *Dadocrinus*-Bänke vermuthen. Aber sichere Anhaltspunkte des Vergleichs fehlten bis jetzt. Desto bemerkenswerther ist der Gebirgsaufschluss, den ich oberhalb Villé di sopra im Val di Cembia NO. von Lavis direct N. vom Dorfe an einem über den schmalen Gebirgsvorsprung hinüberführenden Fusssteig auffand. Dieser felsiger Gebirgsrücken, der von Mt. Corona in SW. Richtung bis oberhalb Ville bis zum Pfad nach Masa Serchi streicht, selbst besteht aus blendend weissem, splittrigem Schlerndolomit, der oben von Gletscherschliffen reichlich polirt ist. An dem genannten Steig wird derselbe von lichtgrauen und grünlichen, dünnschichtigen, oft wellig wulstigen Kalken unterlagert. Die untersten Bänke dieser etwa 30 m. mächtigen Schichtenreihe, welche an undeutlichen Versteinerungen nicht arm ist, nehmen Bänke eines festeren Kalkes ein und in diesen fand ich nicht grade häufig *Dadocrinus gracilis* mit Gliedern eines etwas grösseren *Crinoideen*. Dadurch ist für diese Gegend die so charakteristische Muschelkalkbank sicher nachgewiesen. Die Unterlage machen 25 m. mächtige graue gelblich verwitternde Mergelkalke aus, die wieder von grauem, und schwarzem Lettenschiefer mit gelben Dolomitzwischenlagen unter-

teuft werden. In diesem schwarzen Gestein kommen Fragmente von Pflanzen vor, jedoch nicht deutlich genug, um sie zuverlässig als zu *Voltzia recubariensis* gehörend bestimmen zu können. Darunter beginnt das hier in grossartiger Weise entblösste System der Campiler Schichten mit den bekannten brennend rothen Letten, den rostfleckigen, gelben Oolithdolomiten und Breccien, in stetem Wechsel mit Dolomitbänken und nach unten sich reichlicher einstellenden grauen Mergelplatten bis zum mächtigen, weissen Grenzdolomit, der die Scheide bildet gegen den noch tiefer liegenden Grödener Sandstein. Das *Gyroporellen*-Lager konnte ich hier nicht auffinden, es scheint sich auf das enge Gebiet von Recoaro zu beschränken. Es ist dadurch sehr wahrscheinlich gemacht, dass der wulstige Mergelkalk bei Pantè und an der Strasse nach Val Sorda über den Campiler Schichten der Region des *Dadocrinus gracilis* gleichzustellen ist.

Die Dolomite und dolomitischen Kalke.

Die über den Schichten der unteren Trias nach oben folgenden theils rein dolomitischen, theils dolomitisch-kalkigen Gesteine[6]) gewinnen in der Gegend O. von Trient keine so hervorragende Bedeutung, wie in N. S. und W. Von den hohen Bergen, welche sich am S.-Rande des Val Sugana steil erheben, streichen diese durch eine blendend weisse Farbe und ihre nackte Felsbildung schon aus der Ferne unterscheidbaren Gesteinsmassen durch das Centathal, in welchem ein neu angelegter Weg von Caldonazzo nach Folgaria auf eine lange Strecke durch sie sich emporzieht, in fast rein nördlicher Richtung vom Mt. Scanupia durch den oberen Theil des Val Sorda zum Mt. Marzola und dem Mt. Chegol im Osten von Trient in stets abnehmender

6) Vergl.: Doelter und Dr. Hörnes, Chem. gen. Betracht. üb. Dolomit u. s. w. III. Heft d. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1875.

Mächtigkeit herab. Dieser Zug bricht an dem tiefen Gebirgssattel oberhalb Pantè plötzlich ab, legt sich jedoch weiter nördlich in dem Mt. Celva mit der verstürzten und herabgebrochenen Bergscholle des alten Castells wieder an, um von da an in ganz schmalem Zuge zwischen Malpensada und einer gegen Civezzano vorliegenden Verwerfungsspalte mit nach SW. geneigten Schichten quer durch das Fersinathal streichend sich aufs Neue zum Calisberg zu erheben. Das reichliche Vorkommen von *Turbo solitarius* in freilich nur verstürzten Bruchstücken bei Val Sorda deutet es an, dass in diesen Felsmassen nicht bloss die tiefsten, sondern auch höhere Horizonte vertreten sind. Diess weist der Durchschnitt, den die prächtige Felsenstrasse von Trient nach Pergine in den durchsprengten Felsen zugänglich gemacht hat, nun noch näher nach. Von Trient aus über die bis zur Stadt reichenden, mächtig ausgebreiteten Diphyenkalke und über die versteinerungsarmen rothen Jurakalke aufsteigend gelangt man jenseits des Wirthshauses Cognola zu einem System hellrother bis weisser dichter, zum Theil fein oolithischer Kalke, die dem äussern Ansehen nach dem Doggerkalk von Roveredo und am Garda-See entsprechen. Eine dolomitische Lage scheidet die vorliegenden Bänke von den gleichförmig sie unterlagernden, weissen, dünnbankigen Kalken, welche zahlreiche, graulich grüne Lettenlagen zwischen sich schliessen. Alle Schichten neigen sich ganz conform unter geringem Neigungswinkel nach SW. In der Nähe eines wasserreichen Felsenbrunnens enthalten diese Kalke zahlreiche Versteinerungen in nicht gutem Erhaltungszustande; doch erkennt man darunter *Megolodon pumilus* und breite Streifen, die auf das Vorkommen von *Lithiotis* hindeuten. Der neue Anbruch der Felsen, bei welchen in Folge von Verwitterung die Formen der Versteinerungen noch nicht deutlich ins Auge fallen und die Bestaubung des Gesteins wirken zusammen den wahren Reich-

thum der Schichten an Versteinerungen fast ganz zu verdecken. Doch ist soviel gewiss, dass wir bereits in dem Gebiete der Rotzoschichten oder des grauen Lithiotiskalkes von Roveredo stehen, auch wenn das Gestein hier ganz abweichend meist als blendend weisser Kalk entwickelt ist. In den noch tieferen Lagen, denen wir beim weiteren Verfolgen der Strasse nach Pergine begegnen, lässt sich eine Scheidung nicht herausfinden, bis sich der Dolomit in mächtigen Massen einstellt. Weil der neue Aufbruch des Gesteins längs der Strasse wenig paläontologische Ausbeute lieferte, wurde der über das Gebirge von Villa montagna nach Orzano führende Weg aufgesucht, welcher auch in gewünschter Deutlichkeit die gehofften Aufschlüsse lieferte. Wenn man von Villa montagna aufsteigt, so sieht man zuerst das System weisser und röthlicher Kalke in stark geneigten Bänken neben dem Wege entblösst, deren zahlreiche organische Einschlüsse ihre Zugehörigkeit zum Doggerkalk bestättigen. Man steigt über ihre Schichtenköpfe nach und nach zur Sattelhöhe hinan, auf welcher grossartig in Karrenfeldern ausgewitterte Kalke mit unter 55° nach SW. geneigten Schichten weithin sich ausbreiten. An dem verwitterten Gestein kommen nun die breiten Streifen der *Lithiotis* in erstaunlicher Menge zum Vorschein. Es sei nur nebenbei bemerkt, dass auf dieser Sattelhöhe noch Glacialgeröll abgelagert ist und dass die Oberfläche der Felsen durch Gletscherschliffe, deren Politur man sehr deutlich erkennt, stark abgerundet worden ist. Gleich jenseits des Sattels nehmen Dolomiten — blendend weiss, kleinklüftig, jedoch deutlich geschichtet — ihre Stellung ein, so dass die ganze Mächtigkeit der Lithiotiskalke kaum mehr als 200 m betragen dürfte. Diese Stelle ist wohl neben jenem bei Cortina d'Ampezzo durch H. v. Mojsisovic[7])

7) Reisebericht. Verh. d. geol. Reichs. 1875. N. 12 S. 220.

entdeckten Vorkommen einer der nördlichsten Punkte, bis zu welcher die Rotzoliasfacies nachgewiesen ist.

Während bei Villa montagna und N. davon zwischen Calisberg und dem riffartigen Vorsprunge des Mt. Calmus unter diesem durchstreichend grauer Neocommergel und Scalia sich ausbreiten und über diesen eine reiche Reihe glauconitischer grünlich grauer klotziger Mergel voll Versteinerungen namentlich Crinoideen (von Tavernaro zum Mt. Calmus) als tiefste und älteste Glieder der hier beginnenden Eocänformation (Spilecco-Schichten) und als unmittelbare Unterlage des von *Nummuliten* strotzenden weissen Kalkes, aus welchem der Mt. Calmus besteht, lagern, aber rasch an einer plötzlich im N. auftauchenden tuffartigen Eruptionsmasse absetzen und in steilen, sogar seiger gestellten Schichten sich umbiegen, setzt der Zug der älteren weissen Dolomite und Kalke in NW. Richtung über den schmalen Rücken, dessen höchste Spitze der Kalisberg genannt wird, ununterbrochen fort und erreicht weiter in rascher Senkung über Gardola di mezzo, wie schon erwähnt, das Etschthal bei Dorf Gordola zwischen Trient und und Lawis.

Ich will diese wenigen Bemerkungen über den Osttrientiner Kalk- und Dolomitzug nicht abschliessen, ohne denselben auf Grund neuerer Untersuchungen und Studien einige Nachträge über die Dolomiten der nördlicheren Gegenden anzuschliessen.

Nach meinen früheren Untersuchungen in dem Dolomitgebiete NO. von Botzen war ich zu dem Ergebniss gekommen, dass die sog. Schlerndolomite dieser Gegend ursprünglich eine mehr oder weniger geschlossene Decke bildeten, welche in Folge späterer theilweiser Zerstörung der Unterlage, durch Zusammenbrüche und Wegwaschungen erst nachträglich jene eigenthümlichen und charakteristischen Formen annahm, wie solche jetzt in

den berühmten Dolomitbergen des Ennebergs unsere Bewunderung erregen, und dass letztere nicht von einer ursprünglichen Korallenriffbildung abzuleiten wären. Diese Annahme ist auf vielseitigen Widerspruch gestossen, sowohl von Seiten des ersten Begründers der Korallenrifftheorie H. v. Richthofen's [8]), als auch von Seiten mehrerer Wiener Geologen [9]), welch letztere sogar behaupteten, die Riffhypothese nunmehr mit unumstösslichen Gründen sicher gestellt zu haben.

Ich folgte um so lieber dem Rath meines verehrten Freundes, mir die Sache denn doch noch einmal in der Natur gründlich anzusehen, als ich weiss, wie belehrend und läuternd die Wiederholung früherer Beobachtungen auf etwa vorgefasste Meinungen einzuwirken im Stande ist. Ich habe daher an den wichtigsten Orten die vorliegende Frage noch einmal mit aller Sorgfalt geprüft und habe mich dadurch nur noch mehr von der Richtigkeit der nicht von mir erfundenen oder neuaufgestellten, sondern vielmehr früher allgemein angenommenen Ansicht, die ich nur weiter ausgeführt habe, überzeugt. Ich bin wiederum darauf zurückgeführt worden, dass wir zur Erklärung aller vorkommenden Verhältnisse, unter denen der Schlerndolomit im südöstlichen Tirol auftritt, nicht nöthig haben, eine Korallenriffbildung anzunehmen. Auch habe ich an einem von zahlreichen Stellen neuerlichst gesammelten Material auf das Bestimmteste die Ueberzeugung von dem enormen Mangel, um nicht gerade zu sagen Ausschluss der Korallenüberreste im Schlerndolomite mir aufs Neue verschafft. Es sei gestattet,

8) v. Richthofen, Ueber Mendola- und Schlerndolomit in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1874, S. 225.

9) v. Mojsisovics, Ueber die Ausdehnung und Structur d. SO.-Tirol-Dolomit. Sitz. der Akad. d. Wiss. 71. Bd. 1875 und zahlreiche Berichte von M. u. Dr. Hörnes in d. Verh. d. geol. Reichsa. 1874 und 1875.

hier im Voraus zu constatiren, dass H. v. Richthofen selbst die Schichtung des nach seiner Ansicht aus Korallenriffen hervorgegangenen Dolomits zugesteht, ja selbst ein besonderes Gewicht darauf legt, dass auf dieses Moment von ihm selbst zuerst aufmerksam gemacht und das davon gegen die Rifftheorie abgeleitete Bedenken widerlegt worden sei.

Da H. v. Richthofen seit seiner Weltreise Tirol nicht wieder besucht hat, so beschränkt sich seine neuerliche Erwiderung wesentlich auf die frühere Beweisführung, die er nur durch die Ergebnisse seiner Untersuchungen an den Korallenriffen der Südküste von Java weiter zu stützen sucht. Ich setze nicht den geringsten Zweifel an die äussere Aehnlichkeit der Erscheinung zwischen den Dolomitfelsen in Tirol und den Korallenriffen der Südsee, aber für mich liegt darin weiter keine zwingende Nothwendigkeit, von dieser äussern Aehnlichkeit auf die innere Gleicheit der Entstehung zu schliessen; da ja nicht geläugnet werden kann, dass die Formen, die in den meisten Tiroler Dolomiten hervortreten, auch durch Denudation erklärt werden können, wie selbst von den heftigsten Vertretern der Korallenrifftheorie theilweise zugestanden wird. H. v. Richthofen vermisst (S. 236) die Mittheilung der meiner Anschauung zu Grunde liegenden Beobachtungen. Soweit sie sich auf stratographische Verhältnisse beziehen, sind sie ganz die nämlichen, wie auch er sie angestellt hat, darüber herrscht keine Differenz, die ja nur in der Deutung der beobachteten Thatsachen besteht. Ich sehe in den vielfach zerrissenen Dolomitbergen, in den steilen Rändern, mit denen sie plötzlich sich erheben, nichts anderes, als die Ueberreste einer grossen Gesteinsdecke, übrig gebliebene Fetzen einer weit verbreiteten Dolomitbedeckung und die Steilabbrüche von den nach einer Richtung hin zerstörten Theilen dieser Decke. Das sind Erscheinungen, die sich ja bei

jedem Ausblick nach den Dolomitbergen darbieten und tausendfach wiederkehren. Ich betrachte z. B. den Dolomit des Schlern als ein ursprünglich mit dem Dolomit der Mendel unmittelbar zusammenhängendes Dolomitcontinuum, das durch die Unterspülung und Wegwaschung der zwischen Schlern und Mendel unter dem Dolomit lagernden weicheren Schichten seiner Unterlage beraubt, theilweise zusammenbrach, wodurch die auf diese Art entstandenen Trümmer und Bruchstücke der fortspülenden Macht der fluthenden Gewässer zum Opfer fielen. Die Steilränder am Schlern, wie an der Mendel erscheinen mir als die derzeitigen Randtheile dieser zerstückelten Decke. Diese Verhältnisse sind genau so, wie wenn die Dolomitdecke, welche heute zu Tage noch zwischen Schlern und Rosengarten ein Continuum bildet, an der bereits zum Durchbruch vorbereiteten Eintiefung des Tschamin- und Duron-Bachs durch weiter fortgeschrittene Auswaschung der Campiler, Seisser und Grödener Schichten unterspült, etwa an den Rosszähnen zusammenbrechen würde und zwei neue Steilränder entständen, genau so wie zwischen Peitler-Kogel und Sabatschberg, wo durch denselben Unterspülungsprocess die ursprünglich zusammenhängenden, jetzt getrennten Kalkberge entstanden sind. Ich vermag hier und nirgends Korallenriffränder zu sehen. Dergleichen spätere Isolirungen früher continuirlich ausgedehnter Schichtensysteme und ihre Trennung in mehrere Gebirgsstöcke gehören ja zu den allergewöhnlichsten Erscheinungen in unsern Alpen, und die Südtiroler Berge machen hiervon nicht die geringste Ausnahme; es sind durch Zerstörung der Zwischenmassen isolirte Berggruppen wie der Wetterstein und der Minninger, wie Karwendelgebirge und Solstein, wie Pentling und Kaisergebirge, wie vorderer und hinterer Kaiser, oder in den Südalpen zwischen Mt. Cislon mit den Neumarkter Bergen und dem Schönleitenkopf mit Mt. Roen. Wir sehen bei Neumarkt noch deutlich

die ursprüngliche Querverbindung durch das Etschthal angedeutet.

Es gereicht mir zur grossen Befriedigung, dass selbst die am meisten fortgeschrittenen Vertreter der Rifftheorie die Allgemeinheit dieser Theorie in den Südtiroler Dolomitbergen haben fallen lassen und sie auf einzelne Fälle beschränkt wissen wollen. Wenn von dieser Seite ein ursprünglicher deckenförmiger Zusammenhang der Dolomitdecke zwischen Schlern- und Mendelbergen, zwischen Rothewand und Latemar zugleich mit Sasso di Loch, Campo Ziegelau und der Vedretta Marmolata u. s. w. zugegeben wird, so ist damit der allgemeinen Gültigkeit der Rifftheorie für Südtirol bereits das weiteste Feld entzogen, ich glaube das ganze. Denn wenn die durch Korallenriff angeblich entstandenen und steilrandigen Berge geschichtet sind, wie die Kalk- oder Dolomitmassen anderer Berge, wenn sich in diesen Gesteinsmassen keine oder nur Spuren von Korallen — wie ja zugegeben wird — erkennen lassen, was ist es denn, muss man fragen, was uns die Nöthigung auferlegt, ihre Bildung aus Korallenriffen herzuleiten? Ihre plötzliche Erhebung in hohen Steilrändern und ihr plötzlich mächtiges Anschwellen, sowie gewisse Structurverhältnisse sollen den Korallenriffcharakter documentiren.

Vorerst ist es ja mehr als zweifelhaft, dass sich in den jetzigen Steilrändern ehemaligen Riffränder auch nur der ungefähren Form nach erhalten haben könnten, wo rings die grossartigste Zerstörung auf Quadratmeilen ausgedehnte mächtige Berge vernichtet hat. Wir haben es überall nur mit abgebrochenen Lagen zu thun und ich vermag nirgendwo irgend etwas Eigenthümliches zu entdecken, welches diese steilen plötzlich aufsteigenden Felswände vor anderen Abbruchsrändern auszeichnete und sie als Theile von Korallenriffen charakterisiren würde. Aber selbst wenn sie ehemals Theile von Riffen dargestellt hätten, wären sie, wie die

überall an ihrem Fuss aufgehäuften Bruchstücke augenscheinlich lehren, in ihrer ursprünglichen Form so weit verändert, dass die jetzige Berggestaltung nicht mehr auf jene frühere Bildung bezogen werden könnte. Ich habe mir wiederholt die Frage gestellt, wodurch denn diese Steilränder der Südtiroler Dolomitberge von anderen Abbruchsränden, die ja überall in den Kalk- und Dolomitgebirgen wiederkehren, sich unterscheiden liessen; ich habe Nichts herausfinden können.

Was weiter die Erscheinung des plötzlichen Anschwellens der Dolomite zu aussergewöhnlicher, d. h. in nächster Nähe nicht vorkommender Mächtigkeit anbelangt, so sind diess Verhältnisse, welche in- und ausserhalb der Alpen vorkommen, wo sicher keine Mitbetheiligung von Korallen anzunehmen ist. Ich erinnere nur an das plötzliche Anschwellen der schwammreichen Stellen in dem Juragebiete. an das rasche Mächtigerwerden der Dolomite in Franken, bei welchen gewiss keine Korallenriffe mitspielen. Es darf auch an den Wettersteinkalk in den Alpen erinnert werden, der z. B. im Kessel von Reichenhall wenige hundert Fuss mächtig in dem unmittelbar anschliessenden hohen Staufengebirge zu eben so vielen tausend Fuss anschwillt. Dasselbe ist an vielen Stellen mit dem Dachsteinkalk der Fall. Dass dieses rasche Anschwellen Folge lokal reicherer Niederschläge und Absätze oder Anschwemmungen sei, muss überall angenommen werden, wo Korallenreste in dem Gestein fehlen, während andere Thierreste von gleicher Beschaffenheit sich erhalten haben. Warum müssen es denn in Südtirol gerade riffbauende Korallen gewesen sein, die dies bewirkten, aber nachträglich total zerstört worden sind, während sich Foraminiferen und Schalthierreste erhielten? Wenn ich für die Bildung der Dolomitfelsmassen in Südtirol keine andern Agentien anzunehmen für nöthig erachte, als die sind, welche überall Kalk- und Dolomitschichten erzeugten

— darunter auch natürlich stellenweise Material, zu dem Korallen Beiträge lieferten — so steht meine Ansicht mit den thatsächlichen Beobachtungen und den allgemeinen Erscheinungen vollständig in Einklang; lokal Abweichendes aber lässt sich nur aus lokalen Ursachen ableiten und erklären, wie ich es versucht habe. Dass die von mir angenommene Dolomitdecke nicht unbegrenzt sich ausdehnt und lokal durch eine andere Bildung ersetzt wird, ist allerdings eine Inconsequenz der Natur (l. c. 237), für die aber ich denn doch nicht verantwortlich gemacht werden kann. Auch ist es keine unklare Vorstellung, sondern Thatsache, dass sich neben einander aus demselben Meere sehr heterogene Absätze bilden können ohne Mitbetheiligung von Korallenriffen, wie die Tiefsee-Untersuchungen reichlich gezeigt haben. Eine scharfe Abgrenzung von reinem Dolomit gegen schwarze Tuffschichten ist mir ebenso unerklärlich wie meinem verehrten Freunde, aber ich kenne einfach keine solche, sofern nicht Dislokationen sie hervorgerufen hätten. Wo dergleichen Grenzen in normaler Lagerung aufgeschlossen sind, da bemerkt man keinen scharfen Abbruch, sondern den geforderten allmähligen Uebergang und sogar ein gegenweitiges, durch Wechsellagerung vermitteltes Ineinandergreifen.

Ich vermochte demnach auch in Folge meiner neueren Beobachtungen mich nicht zu überzeugen, dass irgendwo in Südtiroler Dolomit ein altes Korallenriff noch sichtbar geblieben ist, und ich will es mir gefallen lassen, vielleicht auch in Bezug auf die Erklärung der Entstehung alpiner Felsmassen für ein Reaktionär erklärt zu werden, wie denn H. v. Richthofen mein Bestreben, alpine Schichten mit ausseralpinen dem Alter nach gleichzustellen und demgemäss zu benennen, geradezu als einen Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie bezeichnen zu dürfen glaubt und Benennungen wie „Alpiner Röth“, „Alpiner unterer

Muschelkalk" etc. gelassen für unexakt hält. Ich meinen Theils fühle mich trotzdem befriedigt bei solchen Rückschritten in der Alpengeologie, von denen ich mit Genugthuung sehe, dass sie einen wahren Fortschritt der Geologie im Allgemeinen im Gefolge haben, mitwirken zu können. Wenn ich irgend einen Beitrag zur Förderung der geologischen Kenntniss der Alpen je geleistet habe, so besteht er eben nur darin, die in den Alpen herrschenden besonderen Verhältnisse auch solchen verständlich zu machen, die nicht speciell Alpengeologen sind und diess hauptsächlich durch meine Bemühungen, die Faciesdifferenzen und Gleichheiten der Gebilde in den Alpen mit denen ausserhalb derselben klar zu stellen, nach denselben Methoden, die ich auch in meiner letzten Arbeit befolgt habe. Ich betrachte es als Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie, wenn man für dieselben eine eigene Wissenschaft mit eigener Nomenclatur und besonderer Titulatur zur Zeit noch festzuhalten für nothwendig erachtet, wo es vollständig klar geworden ist, dass die geologische Geschichte in den Alpen zwar ihren besonderen Gang, aber doch ganz gleichzeitig und analog mit gewissen Ereignissen ausserhalb der Alpen genommen hat und dass es absolut erforderlich ist, um die Alpengeologie allgemein verständlich zu machen, so viel als immer thunlich ist, die besonderen alpinen Bezeichnungsweisen mit allgemeinen zu vertauschen. Auf diesem Wege werde ich mich durch keine noch so herbe und ungerechtfertigte Beurtheilung abbringen lassen.

Die Korallenrifftheorie ist in der neuesten Zeit durch die umfassenden Detailaufnahmen der Geologen der k. k. Reichsanstalt in ein neues Stadium getreten. In den über diese Forschungsresultate bisher erschienenen Publikationen wird der erbrachte Beweis als endgültig und unumstösslich bezeichnet und von den Gegnern die Beibringung des Beweises vom Gegentheil gefordert. Darüber dagegen wird

ganz stille hinweggegangen, dass die Untersuchungen dahin geführt haben, an die Stelle der ganz allgemein für die Südtiroler Dolomite als gültig ausgesprochenen Koralleurifftheorie eine enorme Einschränkung auf einige wenige Fälle treten zu lassen, und dass wir es mithin ganz und gar nicht mehr mit der früheren Theorie zu thun haben. Ich nehme davon Akt, weil damit eigentlich der Hauptsache nach bereits das, was ich behauptet habe, nicht widerlegt, sondern nur bestätigt ist, und es sich nur mehr um einzelne Ausnahmsfälle handelt, die nun im Einzelnen zu betrachten wären. Das ist der jetzige Standpunkt der Sache.

Ich will nun versuchen, die Hauptzusammenstellung der bisher gewonnenen Ergebnisse zu Gunsten der letzten Ueberreste der Rifftheorie, wie sie die neueste Schrift des Herrn Bergraths v. Mojsisovics [10]) liefert, möglichst genau zu folgen.

Diese Schrift bezeichnet die Resultate paläontologischer Untersuchungen und Vergleichungen der Einschlüsse der in verschiedenen Höhen und in verschiedenen Reihenfolgen auftretenden, unter einander sehr abweichenden Bildungen in Verbindung mit der Beobachtung des gegenseitigen Ineinandergreifens der beiden Facies der Dolomite und der Mergel als die Hauptstütze dieser Theorie. Diese Gründe sind mehrfach verschieden von jenen des Herrn v. Richthofen, namentlich in Bezug auf das Vorkommen der Pachycardien-Schicht auf der Seisser Alp, auf welches besonderes Gewicht gelegt worden war, dann in Bezug auf die Stellung, die der Schlerndolomit gegenüber den St. Cassianer Schichten einnimmt, und endlich in Bezug auf das Fehlen der Schichtung, die H. v. Richthofen zugegeben hat.

---

10) U. d. Ausdehnung u. Structur d. südtir. Dolomitblöcke. Sitz. d. Ac. d. Wiss. in Wien, I Abth. Bd. 71, Maiheft 1875.

Was den ersten Theil der oben angeführten Abhandlung anbelangt, so stimmen die hier angeführten Hauptresultate ziemlich vollständig mit der bereits in meinem ersten Beitrage nachgewiesenen stellenweisen Vicariirung des Dolomits für den oberen Muschelkalk [11]) die Buchensteiner, Wenger und St. Cassianer Schichten (s. S. 51, 69, 70 u. s. w.). Auch habe ich daselbst schon auf die Möglichkeit einer Zerlegung dieses Dolomitcomplexes in die einzelnen Schichtenglieder, die er vertritt, hingedeutet. Indem weiter die einzelnen ursprünglich räumlich getrennten Dolomitstücke aufgeführt werden, zwischen denen becken- oder kanalartige Gebiete der Mergelfacies sich ausbreiten, begegnet man der Annahme, dass das Schlerngebirge einst wahrscheinlich sogar mit dem Mendelgebirge einerseits zusammenhing, andernseits erst mit der Marmolatagruppe sich abschloss. Also die W. und S. Steilränder des Schlerngebirgs mit seinem Anhang, sowie auch die östlichen des Mendelgebirgs und westlichen der Marmolata haben nichts

11) H. v. Richthofen wird sich aus dieser Abhandlung überzeugen, dass es denn doch nicht so unexakt ist, in den Alpen von oberem und unterem Muschelkalk zu reden, da man diese Bezeichnungen von einer Seite angenommen hat, welcher er gewiss den Vorwurf des Rückschritts in der Methodik der Alpengeologie nicht machen will. Wenn er aber (l. c. S. 221) mit einer kühnen Redewendung den Leser glauben zu machen sucht, dass ich die Richtigkeit der Bezeichnung von Schlerndolomit und Mendoladolomit erst recht begründet hätte, so verwechselt er eben die Sache mit dem Namen. Dass es zwei verschiedene und in gewissen Gegenden trennbare Dolomithorizonte in Südtirol gebe, wie H. v. Richthofen zuerst gefunden hat, das habe ich eben so scharf nachzuweisen gesucht, als das Unzutreffende der Bezeichnung „Mendoladolomit", nach dem Mendelgebirge, in welchem eben die beiden Dolomite nicht zu trennen sind und der Name nur durch eine Verwechselung und ein Zusammenwerfen der zwei Dolomithorizonte entstanden ist. Das liegt so klar zu Tag, dass ich es wirklich für überflüssig erachte, noch ein Wort darüber zu sagen.

mit Riffränder zu thun. Es sind steile Abbruchränder, Folgen späterer Zerstörung einer weit ausgedehnten Decke. Das ist denn doch nur eine Bestätigung meiner Annahme. Auch Peitlerkogel und Geisterspitz werden mit dem Gerdenazzogebirge als ein früher zusammenhängendes Massiv geschildert und bemerkt, dass für einige andere, jetzt allseitig isolirte Dolomitstöcke der Beweis ursprünglicher Isolirung nicht nach allen Richtungen hin sich erbringen liesse; es dürften dieses durch Denudation abgetrennte Partieen grösserer Massen sein, welche in das Gebiet der Mergelfacies übergegriffen haben. Es werden 5 solcher Gruppen angeführt. Damit ist die Rifftheorie bereits auf einen verhältnissmässig kleinsten Raum der Dolomitverbreitung eingeengt.

Indem weiter (S. 7) der für die Buchensteiner Schichten stellvertretende Dolomit als randlicher Dolomitwall bezeichnet wird, von dem denn doch wohl nicht behauptet werden kann, dass er aus Korallen bestehe, finde ich hierin bereits die Erklärung für die jüngeren „Wälle" angedeutet, die eben so wenig, wie die älteren, ihren Ursprung in Korallenriffen nehmen müssen. Von dem Inhalte der folgenden Erörterung hebe ich als das Wichtigste die Angabe hervor, dass manche Dolomite eine laterale Abgrenzung erlangen durch ein allmähliges Zurücktreten der oberen Lagen oder durch ein Ineinandergreifen der Dolomit- und Mergelfacies, wodurch selbst eine Ueberlagerung der Mergelbildung durch Dolomit entstehen kann, und wo eine Erosion noch hinzutritt, eine isolirte freie Auflagerung von Dolomitplatten auf Mergel möglich wird. Demnach werden die sämmtlichen jetzt isolirten, dem Mergel frei aufgesetzten Dolomitgruppen auf einer Seite hin ursprünglich mit dem grossen Stock zusammen hängend dargestellt unter der Annahme, dass erst durch Erosion dieselben zertheilt worden sind. So die St. Cassianer Massen vom Set Sass im W. an über Mt. Nuvolau

nach O. bis in das Boitathal, die Dolomite des Sasso Pitschi, der Zug des Sasso di Capello bis zum Marmolatastock. Sie alle brechen wenigstens nach einer Seite hin mit steilen Erosionswänden ab. Die ursprüngliche Continuität der Dolomitdecke ist damit bereits über weite Flächen zugegeben. Wenn nun aber Set Sass mit Nuvolau u. s. w. über dem Mergel früher zusammenhing, wenn Schlern- und Marmolatagebirge vormals ein zusammenhängendes Ganze ausmachten, warum soll nicht die Schlernostseite mit der Langkogelgruppe, diese mit dem Gerdenazzo- und Pardoistock vordem über dem Mergel im Zusammenhang gestanden haben und erst durch Erosion in einzelne Gruppen zertheilt worden sein? Ich habe mir diese Frage an Ort und Stelle vorgelegt und konnte keine Gegengründe auffinden. Dieselben Strukturverhältnisse, dieselben Steilabbrüche in Folge von Erosion, dieselbe Leere an Korallen, wie da, wo zugestandener Maassen, die Ränder als Abbrüche angesehen werden. So ist es an den Steilrändern der Langkofelgruppe, am Peitlerkofel, am Pardoigebirge. Es bedarf gar nicht der Continuität der Dachsteinplatte zu einem weiteren Beweis. Beide Bildungen, der tiefere Dolomit und der Dachstein, sind verschieden altrige Ablagerungen, die so unabhängig in ihrer Verbreitung sind, dass man von der Continuität des einen ja ohnehin nicht mit Grund auf die der andern für denselben Verbreitungsbezirk schliessen darf.

Aus der gegenwärtigen Isolirung einzelner Dolomitstücke kann meiner Ansicht nach nicht auf ihre Entstehung aus einem Korallenriff geschlossen werden, da diese Isolirung vollständig auch durch Erosion erklärlich wird.

Ein weiteres Moment für die Begründung der Rifftheorie wird von der Struktur der Dolomitmassen hergeleitet. Es wird behauptet (S. 7), dass eine regelmässige Theilung des Dolomits in Südtirol als ächte Schichtung nicht vorkäme. Diese Annahme steht weder mit der Auffassung der

Strukturverhältnisse des Dolomits H. v. Richthofen's noch mit meiner Erfahrung in Einklang Ich fand den Dolomit Südtirols überall mindestens ebenso deutlich geschichtet, wie den Juradolomit in Franken, in der Regel noch viel deutlicher. Die Behauptung mangelnder Schichtung findet aber schon S. 12 eine entsprechende Correktur, indem hier die höchsten Lagen der Stöcke selbst als ausgezeichnet wohlgeschichtet hervorgehoben werden. Nur die tiefere Hauptmasse soll der eigentlichen Schichtung ermangeln, und dafür soll einerseits eine Art „Conglomeratstruktur" oder andernseits eine „Uebergussschichtung" Platz greifen.

Was zunächst die sog. Conglomeratstruktur anbelangt, so wird dieselbe beschrieben, als eine Zusammenhäufung von Dolomitblöcken oder Klumpen durch Dolomitbindemittel. Diese Klumpen werden als eine Art Pseudomorphose nach früheren Korallen erklärt, ohne dass aber zugestandener Maassen sich eine Spur von Korallen in diesen Klumpen findet. Warum sind es denn nicht Pseudomorphosen nach Schwämmen? Wenn es aber Korallen wirklich gewesen wären, warum sind diess jetzt Klumpen, deren Form doch eher auf eine Abrollung durch die Fluthbewegung hindeuten würde und nicht scharfzackige, spitze Trümmer, wie die Theile der Korallenriffe? Oder bestehen etwa die jetzt zu Fels gewordenen Korallenriffe aus solchen Klumpen? Ich habe durch die Güte des Hrn. Prof. Semper eine Auswahl solcher Riffkalke der Südsee genau zu untersuchen Gelegenheit gefunden und kann nur sagen, dass von solchen Klumpen sich nichts vorfindet, sondern die zu dichtem Kalkfels verwachsenen Korallen ganz das Zackige und Scharfe beibehalten haben, das sie früher besessen haben. Diese Struktur findet sich also nicht bei den zu Felsmasse umgewandelten Korallenriffen der Jetztzeit. Auch ist es ein Irrthum, dass an den heutigen Korallenriffen jede Spur

überall an ihrem Fuss aufgehäuften Bruchstücke augenscheinlich lehren, in ihrer ursprünglichen Form so weit verändert, dass die jetzige Berggestaltung nicht mehr auf jene frühere Bildung bezogen werden könnte. Ich habe mir wiederholt die Frage gestellt, wodurch denn diese Steilränder der Südtiroler Dolomitberge von anderen Abbruchsränden, die ja überall in den Kalk- und Dolomitgebirgen wiederkehren, sich unterscheiden liessen; ich habe Nichts herausfinden können.

Was weiter die Erscheinung des plötzlichen Anschwellens der Dolomite zu aussergewöhnlicher, d. h. in nächster Nähe nicht vorkommender Mächtigkeit anbelangt, so sind diess Verhältnisse, welche in- und ausserhalb der Alpen vorkommen, wo sicher keine Mitbetheiligung von Korallen anzunehmen ist. Ich erinnere nur an das plötzliche Anschwellen der schwammreichen Stellen in dem Juragebiete. an das rasche Mächtigerwerden der Dolomite in Franken, bei welchen gewiss keine Korallenriffe mitspielen. Es darf auch an den Wettersteinkalk in den Alpen erinnert werden, der z. B. im Kessel von Reichenhall wenige hundert Fuss mächtig in dem unmittelbar anschliessenden hohen Staufengebirge zu eben so vielen tausend Fuss anschwillt. Dasselbe ist an vielen Stellen mit dem Dachsteinkalk der Fall. Dass dieses rasche Anschwellen Folge l o k a l reicherer Niederschläge und Absätze oder A n schwemmungen sei, muss überall angenommen werden, wo Korallenreste in dem Gestein fehlen, während andere Thierreste von gleicher Beschaffenheit sich erhalten haben. Warum müssen es denn in Südtirol gerade riffbauende Korallen gewesen sein, die dies bewirkten, aber nachträglich total zerstört worden sind, während sich Foraminiferen und Schalthierreste erhielten? Wenn ich für die Bildung der Dolomitfelsmassen in Südtirol keine andern Agentien anzunehmen für nöthig erachte, als die sind, welche überall Kalk- und Dolomitschichten erzeugten

— darunter auch natürlich stellenweise Material, zu dem Korallen Beiträge lieferten — so steht meine Ansicht mit den thatsächlichen Beobachtungen und den allgemeinen Erscheinungen vollständig in Einklang; lokal Abweichendes aber lässt sich nur aus lokalen Ursachen ableiten und erklären, wie ich es versucht habe. Dass die von mir angenommene Dolomitdecke nicht unbegrenzt sich ausdehnt und lokal durch eine andere Bildung ersetzt wird, ist allerdings eine Inconsequenz der Natur (l. c. 237), für die aber ich denn doch nicht verantwortlich gemacht werden kann. Auch ist es keine unklare Vorstellung, sondern Thatsache, dass sich neben einander aus demselben Meere sehr heterogene Absätze bilden können ohne Mitbetheiligung von Korallenriffen, wie die Tiefsee-Untersuchungen reichlich gezeigt haben. Eine scharfe Abgrenzung von reinem Dolomit gegen schwarze Tuffschichten ist mir ebenso unerklärlich wie meinem verehrten Freunde, aber ich kenne einfach keine solche, sofern nicht Dislokationen sie hervorgerufen hätten. Wo dergleichen Grenzen in normaler Lagerung aufgeschlossen sind, da bemerkt man keinen scharfen Abbruch, sondern den geforderten allmähligen Uebergang und sogar ein gegenweitiges, durch Wechsellagerung vermitteltes Ineinandergreifen.

Ich vermochte demnach auch in Folge meiner neueren Beobachtungen mich nicht zu überzeugen, dass irgendwo in Südtiroler Dolomit ein altes Korallenriff noch sichtbar geblieben ist, und ich will es mir gefallen lassen, vielleicht auch in Bezug auf die Erklärung der Entstehung alpiner Felsmassen für ein Reaktionär erklärt zu werden, wie denn H. v. Richthofen mein Bestreben, alpine Schichten mit ausseralpinen dem Alter nach gleichzustellen und demgemäss zu benennen, geradezu als einen Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie bezeichnen zu dürfen glaubt und Benennungen wie „Alpiner Röth", „Alpiner unterer

Muschelkalk" etc. gelassen für unexakt hält. Ich meinen Theils fühle mich trotzdem befriedigt bei solchen Rückschritten in der Alpengeologie, von denen ich mit Genugthuung sehe, dass sie einen wahren Fortschritt der Geologie im Allgemeinen im Gefolge haben, mitwirken zu können. Wenn ich irgend einen Beitrag zur Förderung der geologischen Kenntniss der Alpen je geleistet habe, so besteht er eben nur darin, die in den Alpen herrschenden besonderen Verhältnisse auch solchen verständlich zu machen, die nicht speciell Alpengeologen sind und diess hauptsächlich durch meine Bemühungen, die Faciesdifferenzen und Gleichheiten der Gebilde in den Alpen mit denen ausserhalb derselben klar zu stellen, nach denselben Methoden, die ich auch in meiner letzten Arbeit befolgt habe. Ich betrachte es als Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie, wenn man für dieselben eine eigene Wissenschaft mit eigener Nomenclatur und besonderer Titulatur zur Zeit noch festzuhalten für nothwendig erachtet, wo es vollständig klar geworden ist, dass die geologische Geschichte in den Alpen zwar ihren besonderen Gang, aber doch ganz gleichzeitig und analog mit gewissen Ereignissen ausserhalb der Alpen genommen hat und dass es absolut erforderlich ist, um die Alpengeologie allgemein verständlich zu machen, so viel als immer thunlich ist, die besonderen alpinen Bezeichnungsweisen mit allgemeinen zu vertauschen. Auf diesem Wege werde ich mich durch keine noch so herbe und ungerechtfertigte Beurtheilung abbringen lassen.

Die Korallenriffttheorie ist in der neuesten Zeit durch die umfassenden Detailaufnahmen der Geologen der k. k. Reichsanstalt in ein neues Stadium getreten. In den über diese Forschungsresultate bisher erschienenen Publikationen wird der erbrachte Beweis als endgültig und unumstösslich bezeichnet und von den Gegnern die Beibringung des Beweises vom Gegentheil gefordert. Darüber dagegen wird

ganz stille hinweggegangen, dass die Untersuchungen dahin geführt haben, an die Stelle der ganz allgemein für die Südtiroler Dolomite als gültig ausgesprochenen Korallenrifftheorie eine enorme Einschränkung auf einige wenige Fälle treten zu lassen, und dass wir es mithin ganz und gar nicht mehr mit der früheren Theorie zu thun haben. Ich nehme davon Akt, weil damit eigentlich der Hauptsache nach bereits das, was ich behauptet habe, nicht widerlegt, sondern nur bestätigt ist, und es sich nur mehr um einzelne Ausnahmsfälle handelt, die nun im Einzelnen zu betrachten wären. Das ist der jetzige Standpunkt der Sache.

Ich will nun versuchen, die Hauptzusammenstellung der bisher gewonnenen Ergebnisse zu Gunsten der letzten Ueberreste der Rifftheorie, wie sie die neueste Schrift des Herrn Bergraths v. Mojsisovics [10]) liefert, möglichst genau zu folgen.

Diese Schrift bezeichnet die Resultate paläontologischer Untersuchungen und Vergleichungen der Einschlüsse der in verschiedenen Höhen und in verschiedenen Reihenfolgen auftretenden, unter einander sehr abweichenden Bildungen in Verbindung mit der Beobachtung des gegenseitigen Ineinandergreifens der beiden Facies der Dolomite und der Mergel als die Hauptstütze dieser Theorie. Diese Gründe sind mehrfach verschieden von jenen des Herrn v. Richthofen, namentlich in Bezug auf das Vorkommen der Pachycardien-Schicht auf der Seisser Alp, auf welches besonderes Gewicht gelegt worden war, dann in Bezug auf die Stellung, die der Schlerndolomit gegenüber den St. Cassianer Schichten einnimmt, und endlich in Bezug auf das Fehlen der Schichtung, die H. v. Richthofen zugegeben hat.

---

10) U. d. Ausdehnung u. Structur d. südtir. Dolomitblöcke. Sitz. d. Ac. d. Wiss. in Wien, I Abth. Bd. 71, Maiheft 1875.

den berühmten Dolomitbergen des Ennebergs unsere Bewunderung erregen, und dass letztere nicht von einer ursprünglichen Korallenriffbildung abzuleiten wären. Diese Annahme ist auf vielseitigen Widerspruch gestossen, sowohl von Seiten des ersten Begründers der Korallenrifftheorie H. v. Richthofen's [8]), als auch von Seiten mehrerer Wiener Geologen [9]), welch letztere sogar behaupteten, die Riffhypothese nunmehr mit unumstösslichen Gründen sicher gestellt zu haben.

Ich folgte um so lieber dem Rath meines verehrten Freundes, mir die Sache denn doch noch einmal in der Natur gründlich anzusehen, als ich weiss, wie belehrend und läuternd die Wiederholung früherer Beobachtungen auf etwa vorgefasste Meinungen einzuwirken im Stande ist. Ich habe daher an den wichtigsten Orten die vorliegende Frage noch einmal mit aller Sorgfalt geprüft und habe mich dadurch nur noch mehr von der Richtigkeit der nicht von mir erfundenen oder neuaufgestellten, sondern vielmehr früher allgemein angenommenen Ansicht, die ich nur weiter ausgeführt habe, überzeugt. Ich bin wiederum darauf zurückgeführt worden, dass wir zur Erklärung aller vorkommenden Verhältnisse, unter denen der Schlerndolomit im südöstlichen Tirol auftritt, nicht nöthig haben, eine Korallenriffbildung anzunehmen. Auch habe ich an einem von zahlreichen Stellen neuerlichst gesammelten Material auf das Bestimmteste die Ueberzeugung von dem enormen Mangel, um nicht gerade zu sagen Ausschluss der Korallenüberreste im Schlerndolomite mir aufs Neue verschafft. Es sei gestattet,

8) v. Richthofen, Ueber Mendola- und Schlerndolomit in Zeitschr. d d. geol. Gesellsch. 1874, S. 225.

9) v. Mojsisovics, Ueber die Ausdehnung und Structur d. SO.-Tirol-Dolomit. Sitz. der Akad. d. Wiss. 71. Bd. 1875 und zahlreiche Berichte von M. u. Dr. Hörnes in d. Verh. d. geol. Reichsa. 1874 und 1875.

hier im Voraus zu constatiren, dass H. v. Richthofen selbst die Schichtung des nach seiner Ansicht aus Korallenriffen hervorgegangenen Dolomits zugesteht, ja selbst ein besonderes Gewicht darauf legt, dass auf dieses Moment von ihm selbst zuerst aufmerksam gemacht und das davon gegen die Rifftheorie abgeleitete Bedenken widerlegt worden sei.

Da H. v. Richthofen seit seiner Weltreise Tirol nicht wieder besucht hat, so beschränkt sich seine neuerliche Erwiderung wesentlich auf die frühere Beweisführung, die er nur durch die Ergebnisse seiner Untersuchungen an den Korallenriffen der Südküste von Java weiter zu stützen sucht. Ich setze nicht den geringsten Zweifel an die äussere Aehnlichkeit der Erscheinung zwischen den Dolomitfelsen in Tirol und den Korallenriffen der Südsee, aber für mich liegt darin weiter keine zwingende Nothwendigkeit, von dieser äussern Aehnlichkeit auf die innere Gleichheit der Entstehung zu schliessen; da ja nicht geläugnet werden kann, dass die Formen, die in den meisten Tiroler Dolomiten hervortreten, auch durch Denudation erklärt werden können, wie selbst von den heftigsten Vertretern der Korallenrifftheorie theilweise zugestanden wird. H. v. Richthofen vermisst (S. 236) die Mittheilung der meiner Anschauung zu Grunde liegenden Beobachtungen. Soweit sie sich auf stratographische Verhältnisse beziehen, sind sie ganz die nämlichen, wie auch er sie angestellt hat, darüber herrscht keine Differenz, die ja nur in der Deutung der beobachteten Thatsachen besteht. Ich sehe in den vielfach zerrissenen Dolomitbergen, in den steilen Rändern, mit denen sie plötzlich sich erheben, nichts anderes, als die Ueberreste einer grossen Gesteinsdecke, übrig gebliebene Fetzen einer weit verbreiteten Dolomitbedeckung und die Steilabbrüche von den nach einer Richtung hin zerstörten Theilen dieser Decke. Das sind Erscheinungen, die sich ja bei

jedem Ausblick nach den Dolomitbergen darbieten und tausendfach wiederkehren. Ich betrachte z. B. den Dolomit des Schlern als ein ursprünglich mit dem Dolomit der Mendel unmittelbar zusammenhängendes Dolomitcontinuum, das durch die Unterspülung und Wegwaschung der zwischen Schlern und Mendel unter dem Dolomit lagernden weicheren Schichten seiner Unterlage beraubt, theilweise zusammenbrach, wodurch die auf diese Art entstandenen Trümmer und Bruchstücke der fortspülenden Macht der fluthenden Gewässer zum Opfer fielen. Die Steilränder am Schlern, wie an der Mendel erscheinen mir als die derzeitigen Randtheile dieser zerstückelten Decke. Diese Verhältnisse sind genau so, wie wenn die Dolomitdecke, welche heute zu Tage noch zwischen Schlern und Rosengarten ein Continuum bildet, an der bereits zum Durchbruch vorbereiteten Eintiefung des Tschamin- und Duron-Bachs durch weiter fortgeschrittene Auswaschung der Campiler, Seisser und Grödener Schichten unterspült, etwa an den Rosszähnen zusammenbrechen würde und zwei neue Steilränder entständen, genau so wie zwischen Peitler-Kogel und Sabatschberg, wo durch denselben Unterspülungsprocess die ursprünglich zusammenhängenden, jetzt getrennten Kalkberge entstanden sind. Ich vermag hier und nirgends Korallenriffränder zu sehen. Dergleichen spätere Isolirungen früher continuirlich ausgedehnter Schichtensysteme und ihre Trennung in mehrere Gebirgsstöcke gehören ja zu den allergewöhnlichsten Erscheinungen in unsern Alpen, und die Südtiroler Berge machen hiervon nicht die geringste Ausnahme; es sind durch Zerstörung der Zwischenmassen isolirte Berggruppen wie der Wetterstein und der Minninger, wie Karwendelgebirge und Solstein, wie Pentling und Kaisergebirge, wie vorderer und hinterer Kaiser, oder in den Südalpen zwischen Mt. Cislon mit den Neumarkter Bergen und dem Schönleitenkopf mit Mt. Roen. Wir sehen bei Neumarkt noch deutlich

die ursprüngliche Querverbindung durch das Etschthal angedeutet.

Es gereicht mir zur grossen Befriedigung, dass selbst die am meisten fortgeschrittenen Vertreter der Rifftheorie die Allgemeinheit dieser Theorie in den Südtiroler Dolomitbergen haben fallen lassen und sie auf einzelne Fälle beschränkt wissen wollen. Wenn von dieser Seite ein ursprünglicher deckenförmiger Zusammenhang der Dolomitdecke zwischen Schlern- und Mendelbergen, zwischen Rothewand und Latemar zugleich mit Sasso di Loch, Campo Ziegelau und der Vedretta Marmolata u. s. w. zugegeben wird, so ist damit der allgemeinen Gültigkeit der Rifftheorie für Südtirol bereits das weiteste Feld entzogen, ich glaube das ganze. Denn wenn die durch Korallenriff angeblich entstandenen und steilrandigen Berge geschichtet sind, wie die Kalk- oder Dolomitmassen anderer Berge, wenn sich in diesen Gesteinsmassen keine oder nur Spuren von Korallen — wie ja zugegeben wird — erkennen lassen, was ist es denn, muss man fragen, was uns die Nöthigung auferlegt, ihre Bildung aus Korallenriffen herzuleiten? Ihre plötzliche Erhebung in hohen Steilrändern und ihr plötzlich mächtiges Anschwellen, sowie gewisse Structurverhältnisse sollen den Korallenriffcharakter documentiren.

Vorerst ist es ja mehr als zweifelhaft, dass sich in den jetzigen Steilrändern ehemaligen Riffränder auch nur der ungefähren Form nach erhalten haben könnten, wo rings die grossartigste Zerstörung auf Quadratmeilen ausgedehnte mächtige Berge vernichtet hat. Wir haben es überall nur mit abgebrochenen Lagen zu thun und ich vermag nirgendwo irgend etwas Eigenthümliches zu entdecken, welches diese steilen plötzlich aufsteigenden Felswände vor anderen Abbruchsrändern auszeichnete und sie als Theile von Korallenriffen charakterisiren würde. Aber selbst wenn sie ehemals Theile von Riffen dargestellt hätten, wären sie, wie die

überall an ihrem Fuss aufgehäuften Bruchstücke augenscheinlich lehren, in ihrer ursprünglichen Form so weit verändert, dass die jetzige Berggestaltung nicht mehr auf jene frühere Bildung bezogen werden könnte. Ich habe mir wiederholt die Frage gestellt, wodurch denn diese Steilränder der Südtiroler Dolomitberge von anderen Abbruchsränden, die ja überall in den Kalk- und Dolomitgebirgen wiederkehren, sich unterscheiden liessen; ich habe Nichts herausfinden können.

Was weiter die Erscheinung des plötzlichen Anschwellens der Dolomite zu aussergewöhnlicher, d. h. in nächster Nähe nicht vorkommender Mächtigkeit anbelangt, so sind diess Verhältnisse, welche in- und ausserhalb der Alpen vorkommen, wo sicher keine Mitbetheiligung von Korallen anzunehmen ist. Ich erinnere nur an das plötzliche Anschwellen der schwammreichen Stellen in dem Juragebiete. an das rasche Mächtigerwerden der Dolomite in Franken, bei welchen gewiss keine Korallenriffe mitspielen. Es darf auch an den Wettersteinkalk in den Alpen erinnert werden, der z. B. im Kessel von Reichenhall wenige hundert Fuss mächtig in dem unmittelbar anschliessenden hohen Staufengebirge zu eben so vielen tausend Fuss anschwillt. Dasselbe ist an vielen Stellen mit dem Dachsteinkalk der Fall. Dass dieses rasche Anschwellen Folge lokal reicherer Niederschläge und Absätze oder Anschwemmungen sei, muss überall angenommen werden, wo Korallenreste in dem Gestein fehlen, während andere Thierreste von gleicher Beschaffenheit sich erhalten haben. Warum müssen es denn in Südtirol gerade riffbauende Korallen gewesen sein, die dies bewirkten, aber nachträglich total zerstört worden sind, während sich Foraminiferen und Schalthierreste erhielten? Wenn ich für die Bildung der Dolomitfelsmassen in Südtirol keine andern Agentien anzunehmen für nöthig erachte, als die sind, welche überall Kalk- und Dolomitschichten erzeugten

— darunter auch natürlich stellenweise Material, zu dem Korallen Beiträge lieferten — so steht meine Ansicht mit den thatsächlichen Beobachtungen und den allgemeinen Erscheinungen vollständig in Einklang; lokal Abweichendes aber lässt sich nur aus lokalen Ursachen ableiten und erklären, wie ich es versucht habe. Dass die von mir angenommene Dolomitdecke nicht unbegrenzt sich ausdehnt und lokal durch eine andere Bildung ersetzt wird, ist allerdings eine Inconsequenz der Natur (l. c. 237), für die aber ich denn doch nicht verantwortlich gemacht werden kann. Auch ist es keine unklare Vorstellung, sondern Thatsache, dass sich neben einander aus demselben Meere sehr heterogene Absätze bilden können ohne Mitbetheiligung von Korallenriffen, wie die Tiefsee-Untersuchungen reichlich gezeigt haben. Eine scharfe Abgrenzung von reinem Dolomit gegen schwarze Tuffschichten ist mir ebenso unerklärlich wie meinem verehrten Freunde, aber ich kenne einfach keine solche, sofern nicht Dislokationen sie hervorgerufen hätten. Wo dergleichen Grenzen in normaler Lagerung aufgeschlossen sind, da bemerkt man keinen scharfen Abbruch, sondern den geforderten allmähligen Uebergang und sogar ein gegenweitiges, durch Wechsellagerung vermitteltes Ineinandergreifen.

Ich vermochte demnach auch in Folge meiner neueren Beobachtungen mich nicht zu überzeugen, dass irgendwo in Südtiroler Dolomit ein altes Korallenriff noch sichtbar geblieben ist, und ich will es mir gefallen lassen, vielleicht auch in Bezug auf die Erklärung der Entstehung alpiner Felsmassen für ein Reaktionär erklärt zu werden, wie denn H. v. Richthofen mein Bestreben, alpine Schichten mit ausseralpinen dem Alter nach gleichzustellen und demgemäss zu benennen, geradezu als einen Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie bezeichnen zu dürfen glaubt und Benennungen wie „Alpiner Röth“, „Alpiner unterer

Muschelkalk" etc. gelassen für unexakt hält. Ich meinen Theils fühle mich trotzdem befriedigt bei solchen Rückschritten in der Alpengeologie, von denen ich mit Genugthuung sehe, dass sie einen wahren Fortschritt der Geologie im Allgemeinen im Gefolge haben, mitwirken zu können. Wenn ich irgend einen Beitrag zur Förderung der geologischen Kenntniss der Alpen je geleistet habe, so besteht er eben nur darin, die in den Alpen herrschenden besonderen Verhältnisse auch solchen verständlich zu machen, die nicht speciell Alpengeologen sind und diess hauptsächlich durch meine Bemühungen, die Faciesdifferenzen und Gleichheiten der Gebilde in den Alpen mit denen ausserhalb derselben klar zu stellen, nach denselben Methoden, die ich auch in meiner letzten Arbeit befolgt habe. Ich betrachte es als Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie, wenn man für dieselben eine eigene Wissenschaft mit eigener Nomenclatur und besonderer Titulatur zur Zeit noch festzuhalten für nothwendig erachtet, wo es vollständig klar geworden ist, dass die geologische Geschichte in den Alpen zwar ihren besonderen Gang, aber doch ganz gleichzeitig und analog mit gewissen Ereignissen ausserhalb der Alpen genommen hat und dass es absolut erforderlich ist, um die Alpengeologie allgemein verständlich zu machen, so viel als immer thunlich ist, die besonderen alpinen Bezeichnungsweisen mit allgemeinen zu vertauschen. Auf diesem Wege werde ich mich durch keine noch so herbe und ungerechtfertigte Beurtheilung abbringen lassen.

Die Korallenrifftheorie ist in der neuesten Zeit durch die umfassenden Detailaufnahmen der Geologen der k. k. Reichsanstalt in ein neues Stadium getreten. In den über diese Forschungsresultate bisher erschienenen Publikationen wird der erbrachte Beweis als endgültig und unumstösslich bezeichnet und von den Gegnern die Beibringung des Beweises vom Gegentheil gefordert. Darüber dagegen wird

ganz stille hinweggegangen, dass die Untersuchungen dahin geführt haben, an die Stelle der ganz allgemein für die Südtiroler Dolomite als gültig ausgesprochenen Korallenrifftheorie eine enorme Einschränkung auf einige wenige Fälle treten zu lassen, und dass wir es mithin ganz und gar nicht mehr mit der früheren Theorie zu thun haben. Ich nehme davon Akt, weil damit eigentlich der Hauptsache nach bereits das, was ich behauptet habe, nicht widerlegt, sondern nur bestätigt ist, und es sich nur mehr um einzelne Ausnahmsfälle handelt, die nun im Einzelnen zu betrachten wären. Das ist der jetzige Standpunkt der Sache.

Ich will nun versuchen, die Hauptzusammenstellung der bisher gewonnenen Ergebnisse zu Gunsten der letzten Ueberreste der Rifftheorie, wie sie die neueste Schrift des Herrn Bergraths v. Mojsisovics [10]) liefert, möglichst genau zu folgen.

Diese Schrift bezeichnet die Resultate paläontologischer Untersuchungen und Vergleichungen der Einschlüsse der in verschiedenen Höhen und in verschiedenen Reihenfolgen auftretenden, unter einander sehr abweichenden Bildungen in Verbindung mit der Beobachtung des gegenseitigen Ineinandergreifens der beiden Facies der Dolomite und der Mergel als die Hauptstütze dieser Theorie. Diese Gründe sind mehrfach verschieden von jenen des Herrn v. Richthofen, namentlich in Bezug auf das Vorkommen der Pachycardien-Schicht auf der Seisser Alp, auf welches besonderes Gewicht gelegt worden war, dann in Bezug auf die Stellung, die der Schlerndolomit gegenüber den St. Cassianer Schichten einnimmt, und endlich in Bezug auf das Fehlen der Schichtung, die H. v. Richthofen zugegeben hat.

---

10) U. d. Ausdehnung u. Structur d. südtir. Dolomitblöcke. Sitz. d. Ac. d. Wiss. in Wien, I Abth. Bd. 71, Maiheft 1875.

Was den ersten Theil der oben angeführten Abhandlung anbelangt, so stimmen die hier angeführten Hauptresultate ziemlich vollständig mit der bereits in meinem ersten Beitrage nachgewiesenen stellenweisen Vicariirung des Dolomits für den oberen Muschelkalk [11]) die Buchensteiner, Wenger und St. Cassianer Schichten (s. S. 51, 69, 70 u. s. w.). Auch habe ich daselbst schon auf die Möglichkeit einer Zerlegung dieses Dolomitcomplexes in die einzelnen Schichtenglieder, die er vertritt, hingedeutet. Indem weiter die einzelnen ursprünglich räumlich getrennten Dolomitstücke aufgeführt werden, zwischen denen beckenoder kanalartige Gebiete der Mergelfacies sich ausbreiten, begegnet man der Annahme, dass das Schlerngebirge einst wahrscheinlich sogar mit dem Mendelgebirge einerseits zusammenhing, andernseits erst mit der Marmolatagruppe sich abschloss. Also die W. und S. Steilränder des Schlerngebirgs mit seinem Anhang, sowie auch die östlichen des Mendelgebirgs und westlichen der Marmolata haben nichts

11) H. v. Richthofen wird sich aus dieser Abhandlung überzeugen, dass es denn doch nicht so unexakt ist, in den Alpen von oberem und unterem Muschelkalk zu reden, da man diese Bezeichnungen von einer Seite angenommen hat, welcher er gewiss den Vorwurf des Rückschritts in der Methodik der Alpengeologie nicht machen will. Wenn er aber (l. c. S. 221) mit einer kühnen Redewendung den Leser glauben zu machen sucht, dass ich die Richtigkeit der Bezeichnung von Schlerndolomit und Mendoladolomit erst recht begründet hätte, so verwechselt er eben die Sache mit dem Namen. Dass es zwei verschiedene und in gewissen Gegenden trennbare Dolomithorizonte in Südtirol gebe, wie H. v. Richthofen zuerst gefunden hat, das habe ich eben so scharf nachzuweisen gesucht, als das Unzutreffende der Bezeichnung „Mendoladolomit", nach dem Mendelgebirge, in welchem eben die beiden Dolomite nicht zu trennen sind und der Name nur durch eine Verwechselung und ein Zusammenwerfen der zwei Dolomithorizonte entstanden ist. Das liegt so klar zu Tag, dass ich es wirklich für überflüssig erachte, noch ein Wort darüber zu sagen.

mit Riffränder zu thun. Es sind steile Abbruchränder, Folgen späterer Zerstörung einer weit ausgedehnten Decke. Das ist denn doch nur eine Bestätigung meiner Annahme. Auch Peitlerkogel und Geisterspitz werden mit dem Gerdenazzogebirge als ein früher zusammenhängendes Massiv geschildert und bemerkt, dass für einige andere, jetzt allseitig isolirte Dolomitstöcke der Beweis ursprünglicher Isolirung nicht nach allen Richtungen hin sich erbringen liesse; es dürften dieses durch Denudation abgetrennte Partieen grösserer Massen sein, welche in das Gebiet der Mergelfacies übergegriffen haben. Es werden 5 solcher Gruppen angeführt. Damit ist die Rifftheorie bereits auf einen verhältnissmässig kleinsten Raum der Dolomitverbreitung eingeengt.

Indem weiter (S. 7) der für die Buchensteiner Schichten stellvertretende Dolomit als randlicher Dolomitwall bezeichnet wird, von dem denn doch wohl nicht behauptet werden kann, dass er aus Korallen bestehe, finde ich hierin bereits die Erklärung für die jüngeren „Wälle" angedeutet, die eben so wenig, wie die älteren, ihren Ursprung in Korallenriffen nehmen müssen. Von dem Inhalte der folgenden Erörterung hebe ich als das Wichtigste die Angabe hervor, dass manche Dolomite eine laterale Abgrenzung erlangen durch ein allmähliges Zurücktreten der oberen Lagen oder durch ein Ineinandergreifen der Dolomit- und Mergelfacies, wodurch selbst eine Ueberlagerung der Mergelbildung durch Dolomit entstehen kann, und wo eine Erosion noch hinzutritt, eine isolirte freie Auflagerung von Dolomitplatten auf Mergel möglich wird. Demnach werden die sämmtlichen jetzt isolirten, dem Mergel frei aufgesetzten Dolomitgruppen auf einer Seite hin ursprünglich mit dem grossen Stock zusammen hängend dargestellt unter der Annahme, dass erst durch Erosion dieselben zertheilt worden sind. So die St. Cassianer Massen vom Set Sass im W. an über Mt. Nuvolau

nach O. bis in das Boitathal, die Dolomite des Sasso Pitschi, der Zug des Sasso di Capello bis zum Marmolatastock. Sie alle brechen wenigstens nach einer Seite hin mit steilen Erosionswänden ab. Die ursprüngliche Continuität der Dolomitdecke ist damit bereits über weite Flächen zugegeben. Wenn nun aber Set Sass mit Nuvolau u. s. w. über dem Mergel früher zusammenhing, wenn Schlern- und Marmolatagebirge vormals ein zusammenhängendes Ganze ausmachten, warum soll nicht die Schlernostseite mit der Langkogelgruppe, diese mit dem Gerdenazzo- und Pardoistock vordem über dem Mergel im Zusammenhang gestanden haben und erst durch Erosion in einzelne Gruppen zertheilt worden sein? Ich habe mir diese Frage an Ort und Stelle vorgelegt und konnte keine Gegengründe auffinden. Dieselben Strukturverhältnisse, dieselben Steilabbrüche in Folge von Erosion, dieselbe Leere an Korallen, wie da, wo zugestandener Maassen, die Ränder als Abbrüche angesehen werden. So ist es an den Steilrändern der Langkofelgruppe, am Peitlerkofel, am Pardoigebirge. Es bedarf gar nicht der Continuität der Dachsteinplatte zu einem weiteren Beweis. Beide Bildungen, der tiefere Dolomit und der Dachstein, sind verschieden altrige Ablagerungen, die so unabhängig in ihrer Verbreitung sind, dass man von der Continuität des einen ja ohnehin nicht mit Grund auf die der andern für denselben Verbreitungsbezirk schliessen darf.

Aus der gegenwärtigen Isolirung einzelner Dolomitstücke kann meiner Ansicht nach nicht auf ihre Entstehung aus einem Korallenriff geschlossen werden, da diese Isolirung vollständig auch durch Erosion erklärlich wird.

Ein weiteres Moment für die Begründung der Rifftheorie wird von der Struktur der Dolomitmassen hergeleitet. Es wird behauptet (S. 7), dass eine regelmässige Theilung des Dolomits in Südtirol als ächte Schichtung nicht vorkäme. Diese Annahme steht weder mit der Auffassung der

Strukturverhältnisse des Dolomits H. v. Richthofen's noch mit meiner Erfahrung in Einklang. Ich fand den Dolomit Südtirols überall mindestens ebenso deutlich geschichtet, wie den Juradolomit in Franken, in der Regel noch viel deutlicher. Die Behauptung mangelnder Schichtung findet aber schon S. 12 eine entsprechende Correktur, indem hier die höchsten Lagen der Stöcke selbst als ausgezeichnet wohlgeschichtet hervorgehoben werden. Nur die tiefere Hauptmasse soll der eigentlichen Schichtung ermangeln, und dafür soll einerseits eine Art „Conglomeratstruktur" oder andernseits eine „Uebergussschichtung" Platz greifen.

Was zunächst die sog. Conglomeratstruktur anbelangt, so wird dieselbe beschrieben, als eine Zusammenhäufung von Dolomitblöcken oder Klumpen durch Dolomitbindemittel. Diese Klumpen werden als eine Art Pseudomorphose nach früheren Korallen erklärt, ohne dass aber zugestandener Maassen sich eine Spur von Korallen in diesen Klumpen findet. Warum sind es denn nicht Pseudomorphosen nach Schwämmen? Wenn es aber Korallen wirklich gewesen wären, warum sind diess jetzt Klumpen, deren Form doch eher auf eine Abrollung durch die Fluthbewegung hindeuten würde und nicht scharfzackige, spitze Trümmer, wie die Theile der Korallenriffe? Oder bestehen etwa die jetzt zu Fels gewordenen Korallenriffe aus solchen Klumpen? Ich habe durch die Güte des Hrn. Prof. Semper eine Auswahl solcher Riffkalke der Südsee genau zu untersuchen Gelegenheit gefunden und kann nur sagen, dass von solchen Klumpen sich nichts vorfindet, sondern die zu dichtem Kalkfels verwachsenen Korallen ganz das Zackige und Scharfe beibehalten haben, das sie früher besessen haben. Diese Struktur findet sich also nicht bei den zu Felsmasse umgewandelten Korallenriffen der Jetztzeit. Auch ist es ein Irrthum, dass an den heutigen Korallenriffen jede Spur

des organischen Ursprungs sehr häufig verschwindet. Wer hat denn solche Felsmassen bis jetzt mikroscopisch untersucht, und darf sich demnach für berechtigt halten, dieses Urtheil zu fällen? Man kann auch nicht annehmen, dass die dolomitische Beschaffenheit der Felsmassen Veranlassung an diesem Verschwinden der organischen Struktur ist. Denn nach den eingehenden Untersuchungen von Dr. Dölter und besonders von Dr. Hörnes [12]) besitzen viele dieser Gesteine keine dolomitische, sondern kalkige Zusammensetzung, so dass man sogar die Berechtigung in Frage stellen kann, die aus ihnen bestehenden Gebirge als Dolomitgebirge zu bezeichnen. Warum finden sich denn auch in diesen Kalkfelsmassen keine Korallenreste? Doch wohl weil niemals dergleichen darin enthalten waren. Meine Untersuchungen der reichen Suite des Hrn. Prof. Semper gaben mir lehrreiche Aufschlüsse. In Felsmassen, die äusserlich an Dichte keinem Alpenkalk oder Jurakalk nachstehen, die selbst so vollkommen in krystallinischen Zustand übergegangen sind, dass sich bei Zerschlagen auf grössere Strecken hin der spiegelnde Glanz der Kalkspathspaltungsflächen wahrnehmen lässt, treten in Dünnschliffen die Strukturverhältnisse der die Kalkstein bildenden Korallen mit vollster Bestimmtheit hervor. Sie sind in keinem Stücke obliterirt, das ich untersucht habe. Ich darf daher auch die aus dieser sog. Conglomeralstrucktur der Dolomite, die ich übrigens selbst nirgendswo zu beobachten im Stande war, zu Gunsten der Entstehung aus Korallenriffen abgeleiteten Beweise als unbegründet zurückweisen.

Es dürfte abgesehen von der vorliegenden Frage von allgemeinerem Interesse sein, die Struktur dieser Korallenfelsen der Jetztzeit etwas näher zu beschreiben, indem wir

---

12) Vergl. Zeitschr. d. deutschen u. österr. Alpenvereins 1875 S. 108 u. ff., und Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1875. 3. Heft. 298 u. ff.

hier ein lehrreiches Beispiel der Entstehung von festen Kalkmassen gegenüber der aus dem kreidigen Tiefseeschlamm vor Augen haben. Es soll am Schlusse desshalb hierüber eine weitere Mittheilung gemacht werden.

Wir kehren zunächst zur weiteren Besprechung der Strukturverhältnisse des Dolomits zurück. Die zweite Strukturform, welche der Südtiroler Dolomit besitzen soll, wird als Uebergussschichtung bezeichnet. Diese Art der Ausbildung von Schichtgesteinen ist bekanntlich nirgendwo schöner zu beobachten, als in Sandsteingebirgen, z. B. im Buntsandstein oder Keuper. Es bedarf wohl nicht erst des Beweises, dass hier keine Korallen mitthätig waren. Dergleichen Strukturverhältnisse werden durch hin- und herwogende Fluthungen hervorgerufen. Sie stehen ausser Beziehung zur Korallenriffbildung, bei welcher, wie das H. v. Richthofen (l. c. S. 244) selbst nach eigener Beobachtung an jetzigen Rifffelsen ganz besonders hervorhebt, „das Gestein geschichtet ist und zwar grösstentheils in dicken Bänken, hier und da auch in dünnen Lagen, die 20—30 F. weit fortsetzen". Derartige höchst vereinzelte Erscheinungen, von denen übrigens nur an zwei Stellen beobachtete Beispiele angeführt werden, können mithin nichts für die Rifftheorie im Grossen und Allgemeinen beweisen. Ich will dagegen gar nicht geltend machen, dass von mir an den zwei bezeichneten Stellen, nämlich am Schlern- und Bovaigehänge eine ähnliche Ausbildung des nach meiner Auffassung immer unzweideutig geschichteten Gesteins, trotz aufmerksamer Untersuchung nicht ausfindig gemacht werden konnte, weil es ja bei so ausgedehnten Entblössungen immerhin möglich ist, dass man den betreffenden Punkt nicht aufgefunden hat. Aber als eine allgemein verbreitete, desshalb irgendwie wichtige Schichtenausbildung kann eine derartige Erscheinung nicht gelten.

Inwiefern das Vorkommen des Cipitkalks eine Beziehung

zu der vorliegenden Frage besitzen soll, ist nicht abzusehen. Der Cipitkalk ist, wo er vorkommt, eine kalkige Zwischenbank in den Tuffschichten, wie der schöne Aufschluss in einem Graben ganz nahe der Cipitalpe erkennen lässt. Er enthält Korallen in grosser Menge und gutem Erhaltungszustande. Man bemerkt an ihnen keine klumpigen Pseudomorphosen, welche einer Strukturart des Dolomits zu Grunde liegen soll. Das Vorkommen von Korallen im Cipitkalke, einem Gestein, welches nicht anders zusammengesetzt ist, als viele sog. dolomitische Lagen im Schlerndolomit, ist der schlagendste Beweis dafür, dass wo einmal Korallen im Gestein vorhanden waren, sie auch jetzt noch kenntlich sind. Denn an zwei Stellen kommen sie ja auch im weissen Dolomit (l. c. S. 15) massenhaft vor, während sonst überall „nicht ganz zweifellose Reste" zu finden sind, d. h. denn doch, wo Korallen jemals im Gestein vorhanden waren, sind sie auch jetzt noch zu sehen. Der Cipitkalk besteht nach meiner Analyse (I), der ich jene eines dolomitischen Kalks von den Rosszähnen am Schlern nach der von den Hrn. Dr. Doelter und Dr. Hörnes [13]) mitgetheilten Analyse beisetze (II), aus:

	I		II
Kohlensaurer Kalkerde	87,85	CO_2 ...	43,15
Kohlensaurer Bittererde	3,83	CaO ...	51,43
Kohlens. Eisenoxydul mit etwas Manganoxydul	4,05	MgO ...	2,44
Eisenreicher Thon ...	4,03	FeO ...	1,03
Wasser	0,20	unlösl. Rückst.	1,48
	99,96		99,53

Die chemische Zusammensetzung ist nicht sehr verschieden und die Frage gewiss gerechtfertigt, warum finden

13) Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1875, 3. Heft S. 321.

sich im Cipitkalk so reichlich Korallenreste, warum fehlen sie in dem ganz ähnlich zusammengesetzten Gestein an den Rosszähnen? Doch wohl weil sie niemals in letzterem vorhanden waren; denn wie sollten sie hier spurlos verschwunden sein, während man auf der anderen Seite „sandsteinartige Dolomitstöcke noch deutlich als zusammengesickerter Korallensand zu erkennen im Stande" sein soll.

Ich empfinde hier am Schluss meiner Darstellung in der That nicht die grosse Verlegenheit, in der ich, wie befürchtet wurde, (l. c. S. 16) gerathen würde, um die Genesis der oben geschilderten Strukturformen zu erklären. In einer irgend nennenswerthen Allgemeinheit kommen sie nicht vor, und bedürfen daher als der allgemeinen Gesteinsbildung zu Grunde liegend keiner Erklärung, und wo sie etwa lokal vorkommen, beweisen sie alles andere, nur nicht den Ursprung des Gesteins aus Korallenriffen!

Aber ganz abgesehen von allen diesen besprochenen Verhältnissen, erwächst der Rifftheorie aus den Niveauverhältnissen eine Schwierigkeit, welche sie wohl schwerlich ganz aus dem Weg zu räumen im Stande ist.

Die riffbauenden Korallen unserer Meere können bekanntlich nicht tiefer, als höchstens 200 Fuss unter dem Meeresspiegel fortkommen. Ich denke, Niemand wird in Zweifel ziehen, dass zur Triaszeit die Korallen ähnlichen Bedingungen der Existenz unterworfen waren, wie die jetzt lebenden. Nun besitzen die Felsmassen in Südtirol, welche aus Korallenriffen entstanden sein sollen, an vielen Stellen — welche direkt als Korallenriff ausgebildet angeführt werden, z. B. die Schlernwand oberhalb Bad Ratzes, — mitunter eine Mächtigkeit von mindestens 2000 F. Es müsste demnach der Untergrund, auf dem die riffbauenden Korallen fort und fort weiter wuchsen, nach und nach und ganz allmählig sich um nahe 2000 Fuss gesenkt haben. Die Gegenden aber, in welchen an der Stelle des Dolomits die

allgemeine Mergelfacies sich entwickelt findet, oder der normale Aufbau der Schichten ohne Beihilfe der Korallen fort und fort andauerte, mussten dem gehobenen benachbarten Untergrund der Korallenriffe gegenüber Spuren einer solchen enormen Senkung auch jetzt noch deutlich erkennen lassen. Denn diese Gegend müsste entweder gleichmässig mit der Basis der Korallenriffe mitgesenkt worden sein und dann die Mergelfacies in entsprechender Mächtigkeit aufweisen, was nicht der Fall ist, oder aber unverrückt geblieben sein, während bloss die Basis der Korallenriffe sich allmählig senkte. Vergleicht man dem gegenüber das gleichmässig ausgebildete Fundament, welches allen den jüngeren Bildungen gemeinschaftlich zu Grunde liegt, in den verschiedenen Gegenden, innerhalb welcher in Südtirol vermeintliche Korallenriffe angenommen werden in Bezug auf das relative Niveau des Vorkommens, so treten solche Differenzen eben nicht hervor. Die Seisser und Campiler Schichten, die beiden Faciesbildungen zur Grundlage dienen, liegen von Tiers, über Seiss bis in's Grödener Thal nahezu gleich hoch, wie auf dem gegenüberstehenden Porphyrplateau von Klobenstein. Die Zonen, in welchen diese Schichten am Fuss der Dolomitberge zu Tage ausstreichen, bilden, wie ein Blick auf die geologischen Karten lehrt, über weite Strecken, innerhalb welcher nur durch solche eminente Senkungen des Untergrundes das Fortwachsen der Riffe möglich gedacht werden könnte, in erstaunlicher Regelmässigkeit fortlaufende und ununterbrochene Streifen. Die in der Gesammtausbreitung dieser Fundamentgesteine hervortretenden Höhendifferenzen in der Lage, welche sie jetzt einnehmen, weisen allerdings auf grossartige Verschiebungen hin, welche die Schichten sowohl durch die allgemeine Gestaltung, als speziell durch die Durchbrüche der mächtigen Eruptivgesteine erlitten haben. Man wird desshalb ebenso wohl wie lokale Senkungen auch lokale

Hebungen annehmen dürfen, um die jetzigen Niveauverhältnisse zu erklären. Aber diese Dislokationen haben die Basis und die auf ihnen höher aufgelagerten Faciesgebilde beiderlei Art ganz gleichmässig getroffen. Es wird sich demnach die kolossale Mächtigkeit der Dolomitfelsmassen, aus Korallenfelsriffen entstanden gedacht, gegenüber dem relativen Niveau, welches die benachbarte Mergelfacies einnimmt, durch Senkungen und nachträgliche Hebungen nicht erklären lassen, ohne den natürlichen Verhältnissen, wie sie vorliegen, Zwang anzuthun.

Ich gestehe gern, dass die Erklärung der grossen Mächtigkeit der Südtiroler Dolomitmassen eine schwierige Sache ist, aber sie scheint mir denn doch nicht schwieriger, als überhaupt jene der Entstehung nicht minder mächtiger Dolomite, wie sie im Hauptdolomit vorkommen oder des Wettersteinkalks in den Nordalpen. Es wäre gewiss auch mir in hohem Grade erwünscht, für diese Erscheinung wenigstens innerhalb eines Theils unserer Alpen durch die Annahme der Rifftheorie eine vollgenügende Erklärung zu finden. Ich kann mich aber von ihrer Richtigkeit aus eigener Anschauung nicht überzeugen, und so sehe ich mich genöthigt, frei von aller leidenschaftlichen Rechthaberei auch jetzt noch an dem festzuhalten, was ich den beobachteten Thatsachen gegenüber für das Naturgemässe erachte.

Einige Bemerkungen über die Beschaffenheit des Korallenriffkalks.

Der vollständig zu Fels gewordene Riffkalk von der SO.-Seite der kleinen Lagune von Nariunguo stellt eine an der Oberfläche von vielen Höhlungen, Bohrlöchern und feinsten Poren durchzogene rauhe Steinmasse dar, welche auf der Bruchfläche sich der Hauptsache nach aus vollständig krystallinischer Masse zusammengesetzt zeigt, so dass selbst auf kleineren Parthieen in verschiedenen Richtungen

die prächtig spiegelnden Flächen des Kalkspaths zum Vorschein kommen, wobei die organische Struktur der Koralle, welche dieser Masse zu Grunde liegt, gleichwohl noch sehr deutlich und bestimmt dadurch zu erkennen ist, dass theilweise in die von der thierischen weichen Substanz eingenommenen Räume eine gelbe, ockrige Substanz eingedrungen ist, diese Räume theilweise aber auch noch unausgefüllt geblieben sind. Die ursprüngliche Scerodermmasse ist dagegen ganz in Kalkspath übergegangen. In dieser Hauptmasse des Steins sind nun vielfache Putzen und Nester eingebettet, die von minder dichtem, schmutziggelbem körnigem oder aber auch von ganz dichtem Material ausgefüllt und mit dem Korallenkalk dadurch zu einer Gesteinsmasse innigst verbunden erscheinen. Auch bemerkt man in diesen eingeschlossenen Putzen, welche durch Ausfüllungen der früher im Korallenstock vorfindlichen Höhlungen entstanden sind, kleine *Schneckchen-*, *Crinoideen-* und *Foraminiferen*-Durchschnitte. An andern Stellen scheinen Muschelschalen, Stücke anderer Korallen *(Millepora)* und dergleichen, von den fortwachsenden Korallen umschlossen worden zu sein. Bei dieser so vollständigen steinigen Umbildung des Kalkgerüstes der Koralle ist es nicht ohne Interesse, die chemische Zusammensetzung kennen zu lernen. Ein möglichst reines Stückchen, das ich analysirte, bestand in Salzsäure löslichen Antheilen aus:

kohlensaurer Kalkerde	95,00
kohlensaurer Bittererde	2,92
Kieselerde in Salzsäure löslich . .	0,07
Eisenoxyd und Thonerde	0,36
Phosphorsäure	0,02
Fluor	Spur
in Salzsäure unlöslich bei 100° C. getrocknet	1,75
	100,12

In Dünnschliffen erscheinen die Kalkwände der Korallen aus klarem, stellenweise durch feine eingestreute Staubtheilchen wolkig trübem Kalkspath bestehend, auch lässt sich in demselben selbst die feinere organische Struktur noch wahrnehmen. Daneben zeigen sich die charakteristischen Risse des Kalkspaths in den Spaltungsrichtungen, und stellenweise eine Anzahl kleiner, oft etwas gekörnelter Nädelchen, welche ich für die Räume eingedrungener Bohralgen oder Bohrschwämme *(Vioa)* halte. Die Zwischenräume sind theils mit einer braunen, feinkörnigen Substanz überzogen, seltener ganz bedeckt, theils aber auch durch Kalkspath ganz ausgefüllt, in der Weise, dass radienförmig von den Wandungen her gegen das Innere einzelne krystallinische Körnchen vordringen. Die gelbe, äusserlich ockerähnliche Ueberrindung dürfte aus feinzerriebenem Kalkschlamm und eisenhaltiger organischer Substanz bestehen.

Die eingeschlossenen, nicht aus dem Skelett der Korallen bestehenden Putzen, die meist die Form von grossen Bohrhöhlungen besitzen, bestehen nach der mikroscopischen Untersuchung der möglichst dünngeätzten Stückchen, welche sehr schwer durchsichtig zu machen sind, aus einem ziemlich gleichmässigen, äusserst feinen, wie aus bloss kleinsten Körnchen bestehenden Hauptmasse von gelblich und bräunlich weisser Farbe, in der nun Schalenreste von *Mollusken*, Stücke von *Crinoideen*, *Foraminiferen*, *Polycystinen*, einzelne *Diatomeen* und *Lithothamnien* eingebettet sind. Es macht diess ganz den Eindruck, als ob in vorhandene Löcher und Höhlungen feinster abgeriebener Kalkstaub mit kleinen Theilchen abgestorbener Organismen hineingeschwemmt worden sei und sich nach und nach durch den Kalk, welcher mittelst der aus der zersetzten thierischen Substanz entstandenen Kohlensäure beweglich gemacht wurde, verkittet hätte. Trotz der genauesten Untersuchungen konnte ich keine Spur von *Coccolithen* weder in diesen Theilen noch auch an Stellen, wo die Masse noch locker und pulverig

geblieben war, entdecken. Dieser Hauptbestandtheil des Tiefseeschlamms scheint an der Bildung des Riffkalks sich nicht zu betheiligen. Auch vermisse ich die im Tiefsee so häufigen *Globigerinen*, *Orbulinen*, *Truncatulinen* etc., während *Dentalinen, Miliolinen, Guttulinen, Textularien* bei den Ausfüllungen der Korallenhöhlungen besonders betheiligt und grossentheils im Innern ihrer Kammerräume von krystallinischem Kalke bereits ausgefüllt sind.

Ein vollständig dichter Riffkalk von Bitaibitai, Fluss Bislig, besitzt keine leeren Höhlungen und Poren, sondern bildet eine stetige Kalkmasse etwa von der Beschaffenheit des Nummulitenkalks. Auf dem Querbruche bemerkt man neben der dichten nur stellenweise durch kleinste spiegelnde Flimmerchen an eine krystallinische Zusammensetzung erinnernden Hauptmasse fleckenweise ausgebreitete mehr erdige Parthieen. Während die Hauptmasse in den Dünnschliffen aus noch deutlich in der Struktur erkennbaren Korallenstücken besteht, bei welchen die Zwischenräume zwischen dem festen Kalkgerüste durch feine krystallinische Kalkspaththeilchen ausgefüllt sind, bilden in den erdigen Parthieen feinste, staubartige Kalktheilchen, untermengt mit *Foraminiferen*, deren Kammern gleichfalls durch krystallinischen Kalk ausgefüllt sind, mit *Polycystinen*, einzelnen *Diatomeen*, kleine Stückchen von *Korallen*, Nadel- oder haarähnlichen Röhrchen eine compakte, durch kalkspathige Zwischenmassen verbundene Masse von grosser Festigkeit. Auch hier scheinen diese erdigen Putzen früheren Aushöhlungen im Korallenstock ihren Ursprung zu verdanken, in welchen sich Kalkschlamm nach und nach mit abgestorbenen kleinsten Thierresten zum festen Gestein verkittete.

Ein anderes sehr merkwürdiges Stück besteht aus einem Poriten, dessen Stock dem äusseren Ansehen nach vollständig felsig verkalkt erscheint. Bei näherer Prüfung im Dünnschliffe finden sich aber die meisten Durchbrechungen noch leer, wenige sind mit feinkörnig späthigem Kalk er-

füllt. Die Masse des Gerüstes lässt noch mit bewunderungswürdiger Vollständigkeit die ursprünglichen Strukturverhältnisse erkennen. Man sieht, dass das kalkige Gerüste aus einer überaus feinstrahligen Masse besteht, welche büschel- oder bündelweise übereinander liegend die Kalkwände bilden; da wo zwei Wandungen zusammenstossen, liegen mehr in die Länge gestreckte Fasern. Diese Faserustruktur gewinnt im Allgemeinen ganz das Ansehen derjenigen der Foraminiferenschalen. Gelingt es, im Durchschnitt senkrecht zu einem solchen Faserbündel zu sehen, so bemerkt man feinste Cylinderchen in einer homogenen Masse liegend, so als wären diess feinste Poren, die das Kalkgerüste in unendlicher Anzahl durchdringen. Diese Cylinderchen sind durch allmähligen Aufbau schichtweise übereinander gestellt oder verlängert, so dass im Längsschnitte etwas dunklere, feinwellige Streifchen sichtbar werden, die ein moirirtes Aussehen hervorrufen. Schon bei der zuerst erwähnten versteinerten Koralle habe ich feine Röhrchen erwähnt, welche die Kalkwandungen durchziehen. Hier bei diesem Poriten stellen sie sich nun in unendlicher Menge ein, und durchschwärmen die Kalkmasse nach allen Richtungen. Sie besitzen constant zweierlei Grössen. Die grösseren sind mehr gekrümmt, die kleineren dagegen oft nadelförmig gradgestreckt, meist einfach, doch auch hier und da zerzweigt. Beide sind entweder leer oder mit einer bräunlichen körnigen Substanz ausgefüllt. Wegen ihres unregelmässigen, nach allen Richtungen hin gewendeten Verlaufs kann man nicht annehmen, dass sie in einem organischen Zusammenhange mit dem Korallenskelette stehen, vielmehr ist es wahrscheinlich, dass sie von das Kalkgerüste durchbohrenden Schmarotzern herrühren. Wegen ihrer Häufigkeit scheinen sie nicht unwesentlich dazu beizutragen, das Durchdringen von Wasser zu vermitteln und dadurch den Versteinerungsprocess zu fördern.

Sitzung vom 4. März 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Wilhelm von Bezold hielt einen Vortrag über

„Eine neue Methode der Farbenmischung".

Bekanntlich war es Helmholtz, welcher zuerst erkannte, dass zwischen der Mischung von Farben und jener von Farbstoffen ein wesentlicher Unterschied besteht.

Er zeigte, dass die Farbe, welche man durch das Vermengen von zwei oder mehreren Pigmenten erhält, sich oft ganz beträchtlich von jener unterscheidet, die man wahrnimmt, wenn man das von den betreffenden Pigmenten herrührende oder ihnen entsprechende Licht gleichzeitig auf die nämliche Netzhautstelle wirken lässt.

Man musste desshalb zur Erreichung des letzteren Zieles besondere Methoden ersinnen, die sich im Grunde genommen sämmtlich in die folgenden drei Gruppen einreihen lassen:

Man bringt entweder verschiedene Stellen verschiedener Spectra zur Deckung, oder man lässt von der Vorderfläche einer ebenen unbelegten Glasplatte das Bild einer gefärbten Fläche reflectiren, während man zugleich durch die Platte nach einer andersfarbigen Fläche blickt, oder man benutzt endlich noch die Nachwirkung des Lichteindruckes, indem

man Scheiben, die mit verschiedenfarbigen Sectoren versehen sind, in rasche Rotation versetzt.

So trefflich diese Methoden sind, um das Gesetz der Farbenmischung zu studiren, so ist doch keine von ihnen recht geeignet, um eine dieses Gesetz versinnlichende Farbentafel in wirklichen Farbstoffen auszuführen.

Zwar kann man mit Hülfe des Farbenkreisels die Lösung dieser Aufgabe versuchen, aber nur mit viel Mühe und mit grossem Zeitaufwande. Hat man z. B. die beiden Hälften der rotirenden Scheibe mit zwei verschiedenen Farben bemalt, so kann man nach längerem Probiren sehr wohl die Farbe ausfindig machen, welche man etwa auf einer kleineren centralen Scheibe aufzutragen hat, damit das Ganze bei gemeinschaftlicher Rotation vollkommen einfarbig erscheine. Alsdann hat man auf der kleinen Scheibe die wahre Mischfarbe aus den beiden anderen. Diese Methode ist jedoch äusserst umständlich und zeitraubend, da man bei jeder einzelnen Probe die kleine Scheibe abnehmen, ihre Farbe corrigiren, sie alsdann wiederum anbringen und den Kreisel abermals in Bewegung setzen muss, um sich von dem Erfolge der vorgenommenen Aenderung zu überzeugen.

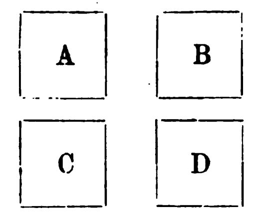
Ueberdies erfordern die Versuche mit dem Farbenkreisel viel Sorgfalt und genaue Bekanntschaft mit derartigen Experimenten, wenn Irrthümer in Folge von Contrastwirkungen oder mangelhafter Beleuchtung ausgeschlossen sein sollen.

Diese Uebelstände sind bei der Methode vermieden, welche hier beschrieben werden soll. Sie gestattet, die wahre Mischfarbe zweier Farben durch Farbstoffe wiederzugeben ohne irgend grössere Schwierigkeiten darzubieten, als jene sind, welche man bei dem Copiren irgend einer beliebigen Farbe zu überwinden hat.

Man erreicht dieses Ziel durch die folgende Vorrichtung:

Das eine (untere) Ende eines innen geschwärzten Rohres ist mit einer gleichfalls auf der Innenseite geschwärzten

Platte verschlossen. Diese Platte hat vier gleich grosse quadratische Oeffnungen, welche in den Ecken eines Rechteckes liegen, wie durch das folgende Schema versinnlicht wird.

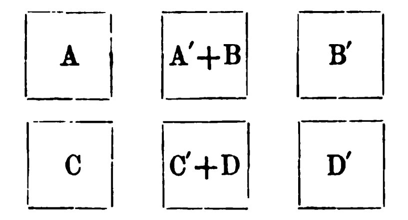


Am anderen Ende des Rohres in einem besonderen Auszugsrohre befindet sich ein achromatisirtes Kalkspath-Prisma, das so orientirt wird, dass seine brechende Kante der schmäleren Seite des aus den vier Quadraten gebildeten Rechteckes parallel zu liegen kommt.

Alsdann erblickt man durch dieses Prisma im Allgemeinen jedes der Quadrate verdoppelt, mithin acht Quadrate, von denen bei passender Wahl der Dimensionen die vier mittleren paarweise zur Deckung kommen, so dass man schliesslich nur mehr sechs Quadrate vor sich sieht.

Bezeichnet man die beiden von jedem Quadrate mit Hülfe des Prisma's entworfenen Bilder durch A und A′, B und B′ u. s. w., so kommen bei richtigem Abstande von Prisma und Platte A′ mit B und C′ und D zur Deckung.

Das folgende Schema macht dies anschaulich:



Bringt man nun unter A und B zwei verschieden gefärbte Flächen an, so zeigt das mittlere der drei in oberster

Reihe **stehenden** Quadrate die Mischfarbe aus beiden, während man in **A und B'** die Componenten vor sich hat.

Sucht **man** nun jene Farbe, welche man unter C und D zu **legen hat**, damit die beiden mittleren Quadrate d. h. A' + B **und** C' + D genau gleich gefärbt erscheinen, so ist jene **dritte Farbe** eben die Mischfarbe aus beiden.

Stimmen die beiden mittleren Quadrate in der Farbe noch **nicht ganz** genau mit einander überein, so ist es für jemanden, der einigermassen mit dem Pinsel umzugehen versteht im Allgemeinen nicht sehr schwer, die vollkommene Uebereinstimmung herbeizuführen.

Die Helligkeit der auf diese Weise erzielten Mischfarbe ist das arithmetische Mittel aus den Helligkeiten der beiden Componenten.

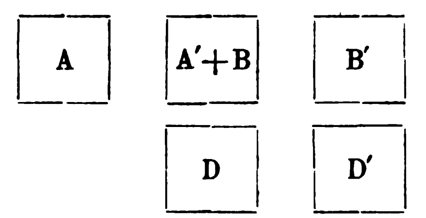
Bezeichnet man die Intensitäten der beiden unter A und B liegenden Farben durch J_a und J_b und jene der unter C und D befindlichen Mischfarbe durch J so ist

$$2J = J_a + J_b$$
$$\text{oder } J = \frac{J_a + J_b}{2}$$

Man erhält demnach genau dieselbe Farbe sowohl in Ton als in Helligkeit, welche der Farbenkreisel zeigt, wenn man die beiden Hälften der rotirenden Scheibe mit den unter A und B liegenden Farben bemalt hat.

Ebenso leicht lässt sich die Mischfarbe mit der Helligkeit $J' = 2J$ herstellen, d. h. jene Farbe, welche man in dem oberen mittleren Quadrate direct vor sich sieht.

Man braucht nämlich nur das eine der Quadrate C oder D durch einen darunter angebrachten undurchsichtigen Schieber zu verschliessen. Dann sieht man nur mehr 5 Quadrate, wie beistehendes Schema zeigt:



Hat man nun in D die gleiche Farbe wie in A′+B, so ist dies eben die Mischfarbe wie sie durch Uebereinanderlagerung der Farben A und B entsteht und dann ist

$$J_d = J_a + J_b$$

Die eben erwähnten Schieber gestatten auch vortrefflich den Nachweis, dass die bei geöffneten Schiebern im mittleren Felde erscheinende Farbe thatsächlich aus den seitlich sichtbaren zusammengesetzt ist. Man braucht nämlich nur die beiden zu mischenden Farben unter den verschliessbaren Oeffnungen anzubringen und bald die eine bald die andere wirklich zu verschliessen, so sieht man wie das mittlere Quadrat bald die eine bald die andere Farbe zeigt.

Auf den ersten Blick könnte man vielleicht glauben, dass dieser Apparat, den man etwa Mixoskop (abgekürzt aus Mixochromoskop) nennen könnte, dem Farbenkreisel nachstünde, da man nicht wie dort im Stande ist, das Mischungsverhältniss der beiden Componenten beliebig zu verändern. Durch Anbringung eines Nicols und einer Gradtheilung über dem Kalkspathprisma wäre dieser Mangel leicht zu beseitigen. Da nämlich die beiden Bilder, welche sich in den mittleren Quadraten über einander lagern in aufeinander senkrechten Ebenen polarisirt sind, so kommen die beiden Componenten nur dann in ihrem ursprünglichen Intensitätsverhältnisse zur Geltung, wenn die Polarisationsebene des Nicols einer der Diagonalen der Quadrate parallel ist. Bei jeder anderen Orientirung des Nicols wird dieses

Verhältniss ein anderes, durch Ablesung am Gradbogen leicht bestimmbares.

Den Zweck, den ich bei Construction dieses Apparates eigentlich verfolgte, nämlich die Herstellung einer wirklichen Farbentafel, lässt sich jedoch ohne diese Complication ebenso gut erreichen. Da man nämlich in diesem Falle doch Scalen von Mischfarben effectiv ausführen muss, so ist es ganz gleichgültig ob man die Zwischenstufen dadurch erzielt, dass man die Intensitäten der Componenten durch physikalische Hülfsmittel verändert oder durch allmäliges Weiterschreiten von einer Zwischenstufe zur anderen.

Man kann zu dem Ende verschiedene Wege einschlagen.

Man kann z. B. bei festgehaltenem Farbentone und constanter Reinheit nur die Helligkeit successive verändern.

D. h. man kann zuerst jene Reihen von Farben herstellen, welche bei Repräsentation des Farbensystemes durch einen Kegel auf Gerade zu liegen kämen, die durch die Kegelspitze führen.

Zur Herstellung solcher Scalen, bei denen die Helligkeit das allein wechselnde Element ist, eignet sich der Apparat in hohem Grade.

Auf der inneren Seite der die Quadrate tragenden Platte ist nämlich die Helligkeit nahezu gleich Null, wie man leicht sieht, wenn man ein Stück tief schwarzen Sammtes oder ähnliche Körper an die Stelle der gefärbten Flächen bringt, die sämmtlich nun grau erscheinen. Man drückt demnach durch Schliessen einer Oeffnung die Helligkeit des mittleren Quadrates nahezu auf die Hälfte von jener herab, welche dieses Quadrat zeigte, wenn beide Oeffnungen frei und unter beiden die nämliche Farbe angebracht war.

Schliesst man nun C und bringt man dann unter A und B eine Fläche von solcher Beschaffenheit, dass das mittlere Quadrat A'+B dem darunter befindlichen D vollkommen gleich scheint, so muss die unter D befindliche

Fläche die doppelte Helligkeit besitzen, während Ton und Helligkeit die nämlichen sind.

Nimmt man nun $J_a = J_b = J$ als Ausgangspunkt so ist

$$J_d = 2J = J'$$

Macht man nun $J_a = 2J$ und $J_b = J$ so wird der neue Werth von

$$J_d = 3J = J''$$

Indem man sowohl $J_a = 2J$ als auch $J_b = 2J$ wählt erhält man

$$J''' = 4J,$$

ein Resultat, zu welchem man auch durch Combination von J' und J'' gelangen kann, so dass man gleich ein Mittel hat um sich von der Richtigkeit der früher gewonnenen Resultate zu überzeugen.

In vollkommen analoger Weise kann man verfahren, um zwischen zwei ganz beliebigen Farben die intermidiären Farben zu finden.

Dieser Apparat gestattet demnach besser als irgend eines der bisher bekannten Hülfsmittel, eine richtige Farbentafel oder einen Farbenkegel in wirklichen Pigmenten auszuführen[1]).

---

1) Der Apparat wird in sehr schöner Ausführung in dem physikalisch-mechanischen Institut von M. Th. Edelmann in München um den Preis von 130 Rmk. angefertigt.

Oeffentliche Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 117. Stiftungstages

am 28. März 1876.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe Herr von Kobell las nachstehende Nekrologe:

Carl Johann August Theodor Scheerer.

Geb. am 28. August 1813 zu Berlin.
Gest. am 19. Juli 1875 zu Dresden.

Scheerer machte seine Fachstudien in Mineralogie, Chemie und Metallurgie an der Freiberger-Bergakademie 1830—1832 und an der Berliner-Universität 1832—33 und wurde dann als Hüttentechniker auf dem Blaufarbenwerk des Herrn Beneke zu Grodizberg bei Modum in Norwegen angestellt, wo er später, bis 1839, das Amt eines Hüttenmeisters verwaltete. Hierauf doctorirte er in Berlin und erhielt 1841 eine Professur für Mineralogie, Metallurgie, Probirkunst und Bergfabrikslehre an der Universität zu Christiania. 1847 kehrte er nach Freiberg zurück und erhielt 1848 eine Professur für Chemie und Eisenhüttenkunde, welche er bis 1872 ausgeübt hat. Seine Vorträge über Eisenhüttenkunde erwarben ihm einen ausgezeichneten Namen und sein Lehrbuch darüber, 2 Bände 1848, gilt als die

erste strengwissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes. Er hat über 100 Abhandlungen publicirt und auf zahlreiche Analysen hin die Theorie des polymeren Isomorphismus (1846) aufgestellt und eine eigenthümliche Art des Pseudomorphismus unterschieden, welche er Paramorphismus nennt. (Der Paramorphismus etc. Braunschweig 1854.) An die Lehre vom Paramorphismus schloss er eine Theorie über die Entstehung plutonischer Gesteine und die Bildung gewisser ihrer Gemengtheile an. Er weist darauf hin, dass die Hauptagentien der Urzeit, Wärme, Wasser und Druck dabei zugleich theilgenommen haben.

Die Theorie des polymeren Isomorphismus hat mehrfachen Widerspruch hervorgerufen, die Vertheidigung Scheerers zeigt, dass er den Gegenstand wohl durchdacht habe, er weiss die schwachen Seiten der Gegner überall zu finden und nicht selten äussert er sich dabei in humoristischer Weise. So sagt er über Bischof's Ansicht des in vielen Silicaten durch Infiltration eingeführten Wassers, welches er, Scheerer, als ursprünglich bezeichnet, es sei zu bedauern, dass Bischof mit dem wunderthätigen Wasser kein Maass zu halten wisse. „Durch die Macht seines Geistes, sagt er, fingen die Quellen an zu sprudeln; allein es scheint fast, als stehe ihm, wie Göthe's Zauberlehrling, der Spruch für ihr rechtzeitiges Versiegen nicht zu Gebote." — Für die erwähnte Theorie hat er namentlich ausführliche Untersuchungen über den Wassergehalt vieler Silicate angestellt und denselben als wesentlich in zahlreichen Fällen erkannt, wo ein solcher früher als zufällig angesehen wurde, so beim Epidot, Vesuvian, bei den Glimmern etc.

Diese Untersuchungen verband er mit Beobachtungen des Vorkommens der besprochenen Species und mit Speculationen über ihre Entstehung, namentlich in Beziehung auf Gleichzeitigkeit. Das chemisch gebundene Wasser und der Paramorphismus wurden von ihm auch für gemengte

Felsarten im Auge gehalten, so bei einer ausgedehnten Arbeit über die Gneusse des Sächsischen Erzgebirges und verwandte Gesteine und über die krystallinischen Gesteine des Fassathales und benachbarter Gegenden Tyrols. Er konnte danach Gesteinsklassen aufstellen, in welche sich die verschiedenen Gneusse, Granite, Porphyre, Syenite etc. einreihen liessen und er charakterisirt diese Klassen durch den procentalen Gehalt der Kieselerde und deren Sauerstoffverhältniss zu den Basen.

Die Gesteine des Fassathales, seine Melaphyre und Augitporphyre klassificirt er als Vulkanite, ähnlich wie seine sog. Plutonite der sächsischen Gneusse. Eine besondere Abhandlung ist den chemischen und physischen Veränderungen krystallinischer Silicatgesteine durch Naturprocesse gewidmet (Giessen 1863), in welcher er einen Wassergehalt nicht als von Zersetzung herrührend bezeichnet und darthut, dass für gewisse jener Gesteine der chemische Charakter sich vielleicht seit ihrer Entstehung constant erhalten habe. —

Gelegenheitlich dieser Arbeiten hat sich Scheerer lebhaft an dem Streit über die Zusammensetzung der Kieselerde betheiligt, die er mit Beziehung auf den polymeren Isomorphismus den neueren Ansichten entgegen als aus 1 Mischungsgewicht Silicium und 3 Mischungsgewichte Sauerstoff angenommen hat.

Bei der 100jährigen Festfeier der Freiberger-Bergakademie publicirte Scheerer mehrere Abhandlungen, so über das bergmännische Studium; über die chemische Constitution der Plutonite (mit zahlreichen Analysen) über die Fortschritte der Chemie in den Gebieten der Metallurgie, Mineralogie und Geologie während des letzten Jahrhunderts und die Schrift „Theorie und Praxis in Kunst und Wissenschaft, wie im Menschenleben" (Freiberg 1867). Diese Schrift ist reich an philosophischen Betrachtungen und humoristischen Bemerkungen. Sie verbreitet sich unter

andern auch über die Theorie nnd Praxis als Ausdruck des Volkscharakters und bespricht in dieser Beziehung die Engländer als ein von Praxis ganz durchdrungenes und in Technik hartgesottenes Volk, welches mit der Frage What is the use of it? wenig Raum und Gefühl für Theorie hat, den ähnlichen Charakter der Nordamerikaner und der Holländer, den vorzugsweise philosophirenden und theoretisirenden der Deutschen, und weiter die Franzosen, Belgier, Russen, Skandinavier etc. mit Excursen auf den Charakter der Sprache, auf ihre Leistungen in Wissenschaft und Poesie.

Scheerer war mit einem hellen Blick begabt, frei von sogenannten Gelehrten-Pedanterien und er freute sich der Natur, die ihn wissenschaftlich beschäftigte, auch in der Poesie, die sie bietet. Er äussert sich über die Einseitigkeit mancher Forscher in einem Briefe an mich mit sarkastischer Laune „Diese Natur-Hämorrhoidarier, welche in der Natur wie in einem Bureau hocken und sich den frohen Blick nach aussen durch inhaltsarme Aktenstücke borniren, könnten mir zuweilen das Naturforschen fast verleiden. Im Süden Deutschlands ist diese Forscher-Race glücklicherweise nicht so verbreitet wie im Norden etc.

Von seinen vielen wissenschaftlichen Arbeiten suchte er sich denn auch auf Reisen zu erholen und die Naturschönheiten der Schweiz und Italiens zogen ihn vorzugsweise an. Seiner Stimmung gab er in mehreren Gedichten Ausdruck, die ebenso feines Gefühl als derben Humor bekunden.

Scheerer ist durch eine Reihe von Diplomen gelehrter Gesellschaften ausgezeichnet worden; dergleichen von Moskau, Paris, Upsala, Göttingen, Leipzig, Wien, Florenz etc. Er war Ritter des Norweg'schen St. Olaf-Ordens, Comthur des Russischen Stanislaus-Ordens und Officier des Brasilianischen Rosen-Ordens. Sein Andenken wird in der Wissenschaft wie unter seinen Freunden fortleben.

Charles Wheatstone.

Geb. 1802 in Gloucester.
Gest. am 19. Okt. 1875 zu Paris.

Ursprünglich Verfertiger musikalischer Instrumente in London, später 1834 Professor der Physik am Kings-College daselbst, lebte Wheatstone längere Zeit als Privatmann. Zu seinen frühesten Studien gehören mehrere über die sogenannten Klangfiguren (1825), deren er eine neue Art durch sein Kaleidophon beobachtete. Er construirte auch ein Instrument, Mikrophon, um schwache Töne von festen Körpern hörbarer zu machen und zeigte wie mittelst eines Metalldrathes musikalische Töne von einem Instrument auf ein anderes übertragen werden können. — Er ist der Erfinder des Stereoskops. Seinen genialen Constructionen von Apparaten verdankt man die Messung der Geschwindigkeit des electrischen Stromes und der Dauer des electrischen Funkens. Die Geschwindigkeit ergab sich grösser als die des Lichtes der Jupiters-Trabanten. Damit war die Electricität als ein Mittel zur Telegraphie gekennzeichnet, dem kein anderes gleichzustellen und die galvanische Electricität hat dann dazu noch wesentliche Vortheile geboten. Für seine Maassbestimmungen des galvanischen Stromes wurde Wheatstone von der königl. Societät in London durch Zuerkennung ihrer Medaille ausgezeichnet.

Durch einen, von Baron Schilling von Canstatt construirten electromagnetischen Telegraphen, über welchen ein Engländer W. F. Cooke, der den Apparat bei Munke in Heidelberg gesehen hatte, Wheatstone Mittheilung machte, wurde er auf das Telegraphenwesen aufmerksam und nahm 1837 mit Cooke ein Patent auf einen für practische Anwendung geeigneten electrischen Telegraphen, mit welchem dann am Londoner Bahnhof der Nordwestbahn die ersten Versuche gemacht wurden. Bekanntlich gehört

die Priorität der Idee der electrischen Telegraphie Sömmering an und eine practische Ausführung war schon etwas früher, als die Wheatstone'sche mit Benützung der Beobachtungen von Gauss und Weber hier in München versuchsweise durch Steinheil gemacht worden, welcher dann durch Anwendung der Erdleitung das Fundament der gegenwärtigen Telegraphie begründete. —

Wheatstone war Mitglied der Royal Society zu London.

Dr. Anton Schrötter, Ritter von Kristelli.

Geb. 1802 am 26. Nov. zu Olmütz.
Gest. 1875 am 15. April zu Wien.

Anfangs Adjunkt und Supplent an der Universität in Wien, wurde er zum Professor der Chemie am Johanneum in Graz promovirt und kam weiter als solcher an das polytechnische Institut in Wien.

Schrötter hat in der unorganischen wie in der organischen Chemie zahlreiche Arbeiten geliefert und interessante neue Verbindungen entdeckt. Indem er den Temperaturverhältnissen und ihrem Einflusse auf chemische Reactionen besondere Aufmerksamkeit schenkte, untersuchte er das Verhalten von Metallen und Metalloxyden, wenn sie in Ammoniakgas erhitzt werden und erkannte die Bildung von Stickstoffkupfer und Stickstoffchrom, welche nur bei einem gewissen niederen Wärmegrad existiren können. Er untersuchte weiter die Amidverbindungen des Quecksilbers. Eine Reihe von Untersuchungen hat er mit dem Phosphor und seinen Verbindungen angestellt, wobei er (1848) den von ihm sogenannten rothen Phosphor, entdeckte, eine sehr merkwürdige Modification dieses Elements, welche für sich nicht so leicht entzündlich und nicht giftig ist, wie der

gewöhnliche Phosphor und bei Verwendung in den Fabriken der Streichzündhölzer die Gefahren für die Gesundheit der Arbeiter beseitigt hat, welche die Anwendung des gewöhnlichen Phosphors mit sich brachten. Die Pariser Akademie hat ihn für diese Entdeckung mit Verleihung des Monthyon-Preises ausgezeichnet. Er hat 12 Verbindungen des Phosphors mit verschiedenen Metallen, Palladium, Platin, Nickel, Kobalt, Kupfer, Eisen etc. dargestellt und für ihre Mischung die chemische Formel bestimmt; er schrieb auch über das Leuchten des Phosphors und bestimmte sein Atomgewicht, ebenso das des Selens. —

Die Lithionglimmer haben ihn vielfach beschäftigt zur Darstellung des Lithion, Rubidium, Cäsium und Thallium im Grossen und er hat gezeigt, dass von 1000 Centnern des mineralischen Materials gegen 78 Centner kohlensaures Lithion, 6½ Centner cäsiumhaltiges Rubidiumchlorid und 6 Pfund Thallium gewonnen werden können. Aehnliche seiner Untersuchungen betreffen die Darstellung des Indiums aus Zinkblenden.

Er hat die Braun- und Steinkohlen Oesterreichs analysirt und ihren technischen Werth bestimmt; die daraus darstellbaren Harze, das Idrialin, das Vorkommen des Ozons im Flussspath von Wölsendorf, die Chromoxydsalze und vieles Andere zog er in den Kreis seiner Arbeiten.

Schrötter hat sich überall den Ruf eines ausgezeichneten Chemikers erworben. Im Jahre 1851 hat ihn die Akademie der Wissenschaften in Wien zu ihrem Secretär ernannt. Er bekleidete zuletzt die Stelle eines Directors der Wiener Münze. —

Adolph Theodor Brongniart.

Geb. 1801 am 14. Januar zu Paris.
Gest. 1876 am 19. Februar ebenda.

Adolph Brongniart war der Sohn des Geologen Alexander Brongniart, welcher sich durch seine geologische Beschreibung der Umgegend von Paris, durch seine Charakteristik und Classification der Felsarten u. a. einen hervorragenden Namen erworben und die Porcellanfabrik zu Sèvres, deren Director er war, zu hoher Ausbildung gebracht hat. Der Sohn gewann vom Vater die Liebe zu den geologischen Wissenschaften und ergänzte diese durch seine Forschungen über die urweltlichen Pflanzen. Die Arbeiten von Fr. v. Schlottheim und vom Grafen Kaspar von Sternberg hatten die Studien über die fossilen Pflanzen zuerst in das Gebiet der Geologie eingeführt und ihre Wichtigkeit dargethan. Ad. Brongniart erweiterte diese Studien und publicirte 1828-47 seine Histoire des végétaux fossiles, ein Werk, in welchem er die Pflanzenreste der verschiedenen geognostischen Formationen systematisch zur Uebersicht brachte. Er bezog sich dabei auf die 4 Formationsgruppen, welche sein Vater aufgestellt hatte, das sog. Uebergangsgebirg mit Inbegriff des Steinkohlengebirges, dann die Formation des bunten Sandsteins, die des Muschelkalkes bis zur Kreide und die tertiären Formationen. Später hat er nur 3 Formationen festgestellt und die Formation der Kreide mit den jüngeren in Verband gebracht. Indem er aus dem Charakter der fossilen Pflanzen auf die climatischen Verhältnisse jener Perioden schloss, gelangte er zu vielen interessanten Betrachtungen, namentlich über den Kohlensäure-Gehalt der Atmosphäre, deren Temperatur und Feuchtigkeitszustand. Damit ergab sich der Grund des in den jüngeren Perioden mehr und mehr zahlreichen Auftretens der Landthiere, sowie das Fehlen solcher in den

älteren. Es wird eine fortschreitende Ausdehnung des trockenen Landes, Herabsinken der Temperatur und Minderung der atmosphärischen Kohlensäure erkannt, wie auch in den jüngeren Formationen Näherung und Uebergang der organischen Welt an ihren Zustand in der historischen Zeit.

Ad. Brongniart hat eine Menge Detailstudien über die Pflanzen der Urzeit mitgetheilt, welche Zeugniss von seinem Forschungseifer geben, so in den Abhandlungen über fossile Coniferen der Insel Iliodroma in Nordgriechenland, über die versteinerten Lykopodiaceen-Stämme von Autun, über Lepidodendron und seine Verwandtschaft, über die Structur der Sigillaria elegans u. a.

Im Jahre 1849 hat er die früheren Arbeiten in einer eingehenden Abhandlung über fossile Pflanzen im Allgemeinen und ihr Vorkommen weiter geführt. Belege zu seinen Studien hat er in einer ausgezeichneten Sammlung im Jardin des Plantes aufgestellt. —

Ad. Brongniart war Professor der Botanik am Collège de France und am Musée d'histoire naturelle zu Paris und seit 1834 Mitglied der Akademie der Wissenschaften daselbst.

Dr. Heinrich, Hermann Hlasiwetz.

Geb. am 7. April 1825 zu Reichenberg in Böhmen.
Gest. am 8. Oktober 1875 in Wien.

Hlasiwetz studirte in Jena und es waren Döbereiner und Wakenroder, die ihn für das Fach der Chemie anregten, in welchem er sich später mit Auszeichnung hervorthat. Er widmete sich dem Lehramte, wurde zuerst Assistent der Chemie in Prag und kam 1851 als Professor der Chemie an die Universität nach Innsbruck. Weiter erhielt er Schrötter's Stelle am Polytechnikum in Wien und wurde dann an Redtenbacher's Stelle an die Universität daselbst berufen.

Hlasiwetz hat die organische Chemie, die er zum Felde seiner Forschungen gewählt, in vielfacher Weise bereichert. Schon seine erste Arbeit über das Assafödita-Oel bewährt den sorgfältigen und umsichtigen Forscher. Er untersuchte auf's genaueste das chemische Verhalten des Oels und seine Verbindungen, sowie das Harz desselben und die mannigfaltigen Producte seiner trockenen Destillation. Ebenso eingehend sind seine Untersuchungen über die Einwirkung von Schwefelkohlenstoff und Ammoniak auf Aceton, seine Arbeiten über das Chinchonin und dessen Salze, über das Senföl, über die Rinde von China nova, seine Säure und Destillationsproducte, über die Identität der Rubiniasäure mit Asparagin, der Rutinsäure mit Quercitrin, der Achilleasäure mit Aconitsäure, über Phloretin und Phloretinsäure und über Verbindungen des Harnstoffs mit organischen Säuren. Er hat eine Reihe krystallisirter Verbindungen der Xanthinsäure mit Metallen beschrieben, mit Arsen, Antimon, Wismuth, Zinn, Quecksilber, Chrom, Kobalt und Nickel. Andere Untersuchungen betreffen die Bestimmung des Kohlensäuregehalts der atmosphärischen Luft, Analysen der Mineralwässer von Obladis in Tyrol und von del Franco zu Recoaro bei Vicenza u. a.

Mehrere Arbeiten hat er mit Rochleder und mit seinen Schülern, Barth, v. Gilm, Grabowski, Malni und Pfaundler ausgeführt.

Hlasiwetz war als Forscher wie als Lehrer eine hervorragende Kraft und ging mit unermüdlichem Eifer an die Lösung der vielen Aufgaben, die er sich gestellt hatte. —

Die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien hat ihn 1861 zum correspondirenden Mitgliede gewählt und unsere Akademie als solches im Jahre 1870.

Dr. Maurus Ignatius Weber.

Geb. zu Landshut am 19. Juli 1795.
Gest. zu Bonn am 29. Juli 1875.

Weber, der Sohn des Buchhändlers Anton Weber in Landshut, machte daselbst seine ersten Studien, absolvirte das Gymnasium und besuchte die Universität, wo er Medicin studirte und speciell die Anatomie des Menschen. Sein erfolgreicher Fleiss, sowie seine geistigen Fähigkeiten erwarben ihm die Liebe und Achtung seiner Lehrer und Philipp von Walther wählte ihn bevorzugend zu seinem Assistenten. Seine Arbeiten im Gebiete der Anatomie und Physiologie datiren von 1820, wo er seine Grundlinien der Osteologie des Menschen und der Hausthiere herausgab. Es folgte dann das Werk „Die Skelette der Haussäugethiere und Hausvögel, sein Handbuch der vergleichenden Osteologie, die Zergliederungskunst des menschlichen Körpers". Im Jahre 1830 wurde er Professor der Anatomie zu Bonn und publicirte ein Werk über die Urformen der Schädel und Becken, welches in England grosse Anerkennung fand und ebenso von Alexander von Humbold. Ein berühmtes Werk war ferner sein Anatomischer Atlas des menschlichen Körpers in natürlicher Grösse. Die letztgenannten Werke bezeichnet er selbst gelegentlich als seine Hauptwerke und daneben die Gründung seiner Beckenlehre, die vor ihm keinen Bearbeiter gefunden, sowie den Nachweis der Conformität zwischen Kopf und Becken. — Ausser vielen Abhandlungen, womit er die Wissenschaft bereicherte, hat er auch ein Handbuch der Anatomie (1839—1842) in 2 Bänden herausgegeben.

Weber wurde durch mehrere Orden ausgezeichnet und zum geheimen Medicinalrath ernannt. Zwei seiner Söhne, Eduard und Gustav, haben mit gleichen Studien ihre Namen dem des Vaters würdig angereiht. 1849 wurde er zum correspondirenden Mitglied unserer Akademie ernannt.

Heinrich Ludwig d'Arrest.

Geb. 1822 am 13. Juli zu Berlin.
Gest. 1875 am 14. Juni in Kopenhagen.

d'Arrest war anfangs Rechner auf der Berliner-Sternwarte, wo er einige Zeit an den Beobachtungen des berühmten Encke theilnahm. Er kam dann als Adjunct und Observator an die Sternwarte zu Leipzig. Daselbst publicirte er (1851) zur Habilitation in der philosophischen Facultät der Universität die Abhandlung „Ueber das System der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter", wo er die eingreifenden und isolirt stehenden Bahnen der Hygiea, Ceres, Parthenope, Pallas, Flora und Iris etc. zusammenstellte. Er wurde nun Professor extraord. an der Universität zu Leipzig und später als Director der Sternwarte nach Kopenhagen berufen. d'Arrest hat über 100 Abhandlungen publicirt, deren viele in den Astronomischen Nachrichten und in den Schriften der Leipziger Akademie abgedruckt sind. Es erweist sich damit seine Thätigkeit als Astronom und als Mathematiker. In ersterer Richtung sind seine grösseren Untersuchungen über die Nebelflecken und Sternhaufen zu nennen, in der letzteren namentlich verschiedene Aufsätze über Projectionslehre und sphärische Kegelschnitte. Am bekanntesten ist er durch seine Arbeiten über die Cometen geworden, über die Gruppirung der periodischen Cometen, über die Bahn des Bruhn'schen Cometen, über den Colla'schen und die Cometen von Peters, Hemke, Brorsen, Graham, Schweizer, Pons u. a. Er war auch 1851 der Entdecker und Berechner eines der wenigen bisher bekannten periodischen Cometen, der seitdem allgemein nach ihm benannt wird und 1862 entdeckte er den kleinen Planeten Freia. —

Die Astronomische Gesellschaft in London hat ihn durch Zuerkennung ihrer goldenen Medaille ausgezeichnet.

Dr. Friedrich Julius Richelot.

Geb. 1808 am 6. November zu Königsberg.
Gest. 1875 am 1. April ebenda.

Richelot begann seine gelehrte Laufbahn in Königsberg, wo er 1831 als Privatdocent, 1832 und 1844 als extraord. und ordin. Professor der Mathematik an der Universität lehrte. Richelot hat sich durch zahlreiche Arbeiten, besonders in der Theorie der elliptischen und speciell der Abelianischen Integrale, ihrer Eigenschaften und Transformation bekannt gemacht und die Differentialgleichungen des Jakobi'schen Systems erweitert. Einige der betreffenden Abhandlungen in Crelle's Journal sind:

De integralibus Abelianis primi ordinis comment. prima (1834).

De transformatione integralium Abelianorum primi ordinis comment. (1837).

Nova theoremata de functionum Abelianarum cujusque ordinis valoribus etc. (1845).

Ueber die Substitutionen von der ersten Ordnung und die Umformung der elliptischen Integrale in die Normalform (1847).

Ueber die auf wiederholten Transformationen beruhende Berechnung der ultraelliptischen Transcendenten etc.

Nach dem Urtheil v. Steinheil's gehörte Richelot neben Dirichlet zu den hervorragendsten Analytikern. Eine vollständige Angabe seiner Schriften findet sich in dem Catalogue of Scientific Papers. Vol. V. 1871.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen. 1874. 8.

Vom Verein für Erdkunde in Dresden:

XII. Jahresbericht. 1875. 8.

Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1870 u. 1871. XXVI. u. XXVII. Jahrgang. 1875. 8.

Von der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a M.:

Bericht 1873—74. 8.

Von der Sternwarte in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. Jahrgang XII. 1875. 4.

Von der medicinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen aus dem Gesellschaftsjahre 1874/75. Bd. VI. 1875. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1875. 8.

Von der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft in Leipzig:

Preisschriften. XVIII. A. Wangerin, Reduction der Potentialgleichung für gewisse Rotationskörper. 1875. 4.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. Jahrg. 14. u. 15. 1873 - 74. 4.

Von der Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tome XXIV. 1874/75 4.

Vom botanischen Garten in St. Petersburg:

Trudi. (Arbeiten.) Tom. III. Heft 2. 1875. 8.

Von der University Biological Association in Dublin:

Proceedings. Vol. I. Session 1874/75. 8.

Von der Geological Survey of India in Calcutta:

a) Memoirs. Palaeontologia Indica. 1874. 4.
b) Memoirs. Vol. XI. 1873/74. 8.
c) Records. Vol. VII. 1874. 8.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Vol. I. 1875. 8.

Vom Observatorio de marina de San Fernando in Cadix:

a) Anales. 2. Seccion. Observaciones meteorologicas. Anno 1874. Fol.
b) Almanaque Nautico paia 1877. Barcelona 1876. 8.

Von der schwedischen Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

a) Meteorologiska Jakttagelser. Bd. 12—14. 1870—72. 4.
b) Icones selectae Hymenomycetum nondum delineatorum. auct. Fries. Heft VII—X s. a. folio.

Von der k. norwegischen Akademie der Wissenschaften in Christiania:

a) Enumeratio insectorum Norvegicorum. Fasc. I. II. auctore H. Siebke 1874—75. 8.
b) Transfusion und Plethora von Jakob Worm Müller 1875. 8.
c) Die Pflanzenwelt Norwegens von F. C. Schübeler. Specieller Theil. 1875. 4.
d) Om Skuringsmaerker, Glacialformationen, terrasser og strandlinier. II. Af. Theodor Kjerulf. 1873. 4.
e) On some remarkable Forms of animal Life. II. By G. O. Sars. 1875. 4.
f) Jaettegryder og gamle Strandlinier i fast klippe, af S. A. Sexe. 1874. 4.

Von der American Geographical Society in New-York:

Journal. 1873. Vol. IV. 1874. 8.

Von der Société hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tom. X. La Haye 1875. 8.

Vom k. meteorologischen Instituut in Utrecht:

a) Meteorologisch Jaarbock voor 1874. 26. Jaargang 1875. 4.
b) Les courants de la mer et de l'atmosphère par Buijs-Ballot. Bruges s. a. 8.

Vom kgl. Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Neederlandsch Indië in Gravenhage:

Reistochten naar de Geelvinkbaai op Nieuw-Guinea in de jaren 1869 en 1870 doov C. B. H. v. Rosenberg. 1875. 4.

Vom Museo publico in Buenos Aires:

a) Anales, Entrega 12. 1870—74. Fol.
b) Boletin de la Academia nacional de ciencias exactas existente en la Universidad de Cordova. Entrega IV. 1875. 8.

Von der Société Royale des Sciences in Upsala:

Bulletin météorologique. Vol. VI. Année 1874. 4.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 11. Jahrgang. 1876. 8.

Vom naturhistorischen Verein in Augsburg:

23. Bericht veröffentlicht i. J. 1875. 8.

Von der kgl. ungarischen geologischen Anstalt in Pest:

A. M. k. földtani intézet évkönyve. Kötel IV. füzet 2. 1875. 8.

Vom naturhistorischen Verein in Passau:

10. Bericht für die Jahre 1871—74. 8.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. IX. Jahrg. 1876. 8.

Von der k. k. Sternwarte in Wien:

Annalen. III. Folge. Bd. 24. Jahrg. 1874. 8.

Vom baltischen Central-Verein in Eldena:

Landwirthschaftliche Wochenschrift. No. 1—4. 1876. 8.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Janvier 1876. 8.

Von der Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

a) Mémoires. Tom. IX Cahier 1. II. Serie. Tom. 1 Cahier 2. 1873—76. 8.
b) Extraits des procès-verbaux des séances. Année 1874—75.

Von der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:

Mittheilungen. Heft VIII. September 1875. Fol.

Von der Royal Society in London:

a) Philosophical Transactions. 1875. Vol. 165. 1875. 4.
b) Proceedings. Vol. XXII. XXIII. No. 151—163. 1874—75. 8.
c) The Anatomy of the Lymphatic System. By E. Klein. II. The Lung. 1875. 8.
d) List of the Royal Society 30th. Nov. 1874. 4.

Von der kgl. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

a) Skriften. Naturvidenskabelig og mathematisk Afdeeling. Vol. XI. XII. 1875. 4.
b) Oversigt. 1875. 8.

Vom Herrn Joh. N. Woldrich in Wien:

Hercinische Gneissformation bei Gross-Zdikau im Böhmerwalde. 1875. 8.

Vom Herrn G. F. Rammelsberg in Berlin:

Handbuch der Mineralchemie I. II. Leipzig 1875. 8.

Vom Herrn Adolph Wüllner in Aachen:

Lehrbuch der Experimentalphysik. 4. Bd. 3. Aufl. Leipzig 1875. 8.

Vom Herrn L. Rütimeyer in Basel:

a) Ueber Pliocen und Eisperiode auf beiden Seiten der Alpen. 1876. 4.
b) Weitere Beiträge zur Beurtheilung der Pferde der Quaternär-Epoche. Zürich 1875. 4.
c) Die Veränderungen der Thierwelt in der Schweiz seit Anwesenheit des Menschen. 1875. 8.
d) Die Knochenhöhle von Thayingen bei Schaffhausen. 1875. 4.
e) Ueberreste von Büffel (Bubalus) aus quaternären Ablagerungen von Europa. 1875. 8.
f) Ueber die Ausdehnung der pleistocenen oder quartären Säugethierfauna. 1875. 8.
g) Spuren des Menschen aus interglaciären Ablagerungen in der Schweiz. 1875. 8.

Vom Herrn Friedrich Krafft in Basel:

Ueber die Entwickelung der theoretischen Chemie. 1875. 8.

Vom Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. XXXVIII. 1875. 8.

Vom Herrn Lender in Berlin:

Die oxydirende Kraft der Natur oder die Bedeutung des Sauerstoffs. 1876. 8.

Vom Herrn S. A. Miller in Cincinatti:

Cincinatti Quarterly Journal of Science Vol. I. No. 1. 2. 3. 4. 1874. Vol. II. No. 1. 2. 3. 1875. 8.

Vom Herrn F. Schultz in Brüssel:

Observations sur la statistique botanique du Forez de M. A. Leyrand. 1875. 8.

Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. Nov. 1875. Stuttgart 8.

Vom Herrn A. Lieben in Berlin:

Anton Schrötter Ritter von Kristelli. Eine Lebens-Skizze. 1876. 8.

Vom Herrn P. Moennich in Rostock:

Untersuchung über die scheinbare Ortsänderung eines leuchtenden Punktes. 1875. 8.

Sitzung vom 4. März 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Voit berichtet über eine in seinem Laboratorium von Herrn Ludwig Feder ausgeführte Untersuchung:

„über die Ausscheidung des Salmiaks im Harn".

Man giebt gewöhnlich an, dass der aus dem Darm aufgenommene Salmiak unverändert im Harn wieder zum Vorschein komme, namentlich hat C. Neubauer[1]) am Menschen Versuche in dieser Richtung gemacht und nach Zufuhr von 10 Grm. Salmiak während fünf Tagen mit Hülfe der Schloesing'schen Methode das Ammoniak von 9.57 Grm. Salmiak im Harn wieder aufgefunden. Diese Angabe schien auch ganz erklärlich und selbstverständlich zu sein, denn in was sollte sich das Ammoniak verwandeln, da man weiss, dass im Allgemeinen bei den Zersetzungsvorgängen im Thierkörper schliesslich immer einfachere Verbindungen entstehen, wodurch allein unter Entbindung von lebendiger Kraft aus Spannkraft die Wirkungen im Thierkörper oder die Lebenserscheinungen ermöglichet werden.

In neuerer Zeit sucht man dem gegenüber die Bildung complicirter chemischer Verbindungen mit höherem Mole-

1) Journ. f. prakt. Chem. Bd. 64. 1855. S. 177.

külargewicht aus einfacheren d. h. das Vorkommen sogenannter Synthesen im Thierkörper hervorzuheben. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass solche Synthesen im thierischen Organismus vorkommen, so z. B. die Bildung des Hämaglobins aus gewöhnlichem Eiweiss, oder die der Hippursäure nach Einführung von Benzoesäure, aber es werden auch Synthesen leichthin angenommen, welche durchaus nicht bewiesen sind, wodurch dann synthetische Vorgänge viel verbreiteter zu sein scheinen als sie es in Wirklichkeit sind und die Vorstellungen über die stofflichen Processe im Thierkörper vielfach verschoben werden.

Es ist nun neuerdings auch eine synthetische Umwandlung für das Ammoniak des Salmiaks im Thierkörper angegeben worden, dasselbe solle sich in letzterem in Harnstoff umwandeln, so zwar, dass der grösste Theil des Stickstoffs desselben sich in Harnstoff im Harn findet. Es ist dies zuerst von Knieriem [2]) mitgetheilt und dann von E. Salkowski [3]) bestätiget worden. Ein solcher Vorgang wäre von grosser Bedeutung und es ist wichtig genug, die Sache mit allen Hilfsmitteln zu prüfen und einen sicheren Entscheid zu bringen. Herr Ludwig Feder hat desshalb unter meiner Leitung den genannten Versuch wiederholt.

Es handelt sich dabei vor Allem, nachdem die Stickstoffausscheidung im Harn möglichst gleichmässig und niedrig gemacht worden ist, damit man jede Aenderung in derselben alsbald mit Sicherheit zu erkennen vermag, um eine genaue Bestimmung des Harnstoffs im Harn. Die Liebig'sche Methode durch Titrirung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd ist in diesem Falle nicht brauchbar, da sich das salpetersaure Quecksilberoxyd neben dem Harnstoff noch

2) Zeitschrift f. Biologie Bd. 10. 1874. S. 265.
3) Centralblatt f. d. mediz. Wiss. 1875. Nro. 58.

mit manchen andern Ausscheidungsprodukten und auch mit dem Ammoniak verbindet. Die Bestimmung mit unterbromigsaurem Natron nach Knop oder Hüfner ist ebenfalls in unserem Falle nicht zulässig, weil dadurch auch der Stickstoff des Ammoniaks als Gas entweicht. Die Methode von Ragsky und Heintz könnte allenfalls zum Ziele führen, denn man fällt dabei bekanntlich in einer ersten Probe das Kali und Ammoniak des Harns mit Platinchlorid aus, und dann thut man das Gleiche in einer zweiten Probe nach vorheriger Behandlung derselben mit Schwefelsäure, wobei aber wohl noch aus anderen stickstoffhaltigen Harnbestandtheilen ausser dem Harnstoff Ammoniak abgetrennt wird.

Es ist am besten sich für die Harnstoffbestimmung der Bunsen'schen Methode zu bedienen, wenn auch diese nicht vollkommen ist, da sicherlich noch andere Harnbestandtheile beim Erwärmen mit ammoniakalischer Chlorbaryumlösung Kohlensäure liefern.

Diese Methode ist nun auch von Knieriem, Salkowski und Feder angewendet worden.

Knieriem hat zuerst einem kleinen, nur 4 Kilo schweren Hündchen, nachdem es mit Brod und Milch auf eine gleichmässige Stickstoffausscheidung im Harn (von 1.746 Grm. im Tag) gebracht worden war, 4 Grm. Salmiak mit 1.046 Grm. Stickstoff gegeben. Das Thier schied darauf an 2 Tagen im Harne 0.939 Grm. Stickstoff mehr aus, es war aber nur wenig (0.11 Grm.) Ammoniak mehr als normal, dagegen das gesammte Chlor des Salmiaks im Harn zu finden, so dass es wirklich scheint, als ob das Ammoniak des Salmiaks zum grössten Theile in Harnstoff übergehe.

Da dieses Resultat höchst auffallend war und den bestimmten Angaben Neubauer's direkt widersprach, und ausserdem der Anwendung der Schloesing'schen Methode zur Ammoniakbestimmung im Hundeharn sich Schwierig-

keiten entgegenstellten, welche ich früher schon hervorgehoben habe, so wiederholte Knieriem den Versuch am Menschen. Derselbe erhielt an 2 Tagen ein Mal 6.0 und das andere Mal 4.5 Grm. Salmiak. Wie vorher beim Hunde wurde auch hier beim Menschen nur wenig mehr Ammoniak im Harn ausgeschieden wie gewöhnlich, aber es trat entsprechend der Ammoniakmenge im Salmiak (an einem Tage 1.164 Grm. Stickstoff) mehr Harnstoff auf. Es werden also nach Knieriem's Schlussfolgerung auch in diesem Falle $^{9}/_{10}$ des im Salmiak eingeführten Stickstoffs in Harnstoff, und nur $^{1}/_{10}$ etwa in einer Ammoniakverbindung wieder entfernt.

Salkowski sagt in seiner vorläufigen Mittheilung nur, dass bei Hunden ein erheblicher Theil des Stickstoffs des Salmiaks sich in Harnstoff vorfindet, wenn auch nicht so viel als Knieriem angab. Im Maximum sah er bei einem Hunde von 20 Kilo Gewicht durch Salmiak die Harnstoffausscheidung von 5.61 Grm. auf 9.75 Grm. sich erheben; er fügt jedoch bei, dass davon ein kleiner Theil auf vermehrten Eiweisszerfall zu beziehen sei.

Herr Feder ist nun durch 2 Versuche an einem Hunde von 24 Kilo Gewicht zu ganz anderen Resultaten gelangt als Knieriem und Salkowski, und zwar zu den gleichen wie Neubauer. Das Thier musste hungern, bis die Stickstoffausscheidung im Harn gleichmässig geworden war; es wurde dadurch erreicht, dass nur wenig Stickstoff erschien und die immerhin geringe Ammoniakmenge im verzehrten Salmiak einen grösseren Bruchtheil darstellte, und ferner dass eine Aenderung in der Ausnützung des Futters im Darm in Folge des Salmiaks nicht in Betracht kam.

In einem ersten Versuche, bei welchem nur das Ammoniak mit Platinchlorid und der Harnstoff mit salpetersaurem Quecksilberoxyd bestimmt wurden, ergab sich bei

Zufuhr von 19.7 Grm. Salmiak an 2 Tagen, von denen aber am zweiten Tage der grösste Theil erbrochen wurde, eine Vermehrung des Ammoniaks im Harn von 2.66 Grm., also eine viel grössere Menge von Ammoniak wie Knieriem sie beobachtet hatte.

Bei dem zweiten Versuche schied der nämliche Hund nach fünftägigem Hunger täglich im Mittel 7.6 Grm. Harnstoff und 3.73 Grm. Stickstoff aus. Darauf bekam er an einem Tage 16.66 Grm. Salmiak zugeführt, von dem er aber einen unbekannten Theil durch Erbrechen wieder entleerte, so dass man die Vermehrung der Chlorausscheidung als Maassstab für die Resorptionsgrösse des Salmiaks nehmen musste. Die Ausscheidung des Stickstoffs stieg dadurch am ersten Tage auf 7.84 Grm. und die des Harnstoffs auf 14.2 Grm.

Es ist also keinem Zweifel unterworfen, dass die Harnstoffmenge durch den Salmiak nahezu um das Doppelte zunimmt; hierin befinden wir uns in völliger Uebereinstimmung mit den Angaben von Knieriem und Salkowski. Aber die mit Platinchlorid ausgeführte Ammoniakbestimmung im Harn ergab in Folge der Salmiakfütterung während mehrerer Tage eine ansehnliche Vermehrung des Ammoniaks und zwar um 2.4 Grm., während sich aus der Chlorausscheidung 2.7 Grm. berechneten; bei den Versuchen von Knieriem findet sich dagegen im Harn ein grosser Ueberschuss von Chlor gegenüber dem Ammoniak.

Wenn demnach das im resorbirten Salmiak gegebene Ammoniak nahezu vollständig im Harn wieder erscheint, so ist es unmöglich, dass in unserem Falle die Vermehrung des Harnstoffs von der Ueberführung des Ammoniaks des Salmiaks in Harnstoff herrührt. Die Differenz der Stickstoffbestimmung nach Bunsen und der Gesammtstickstoffbestimmung ist unter dem Einflusse des Salmiaks entgegen den Beobachtungen von Knieriem wesentlich grösser,

was auch bezeugt, dass dabei viel unverändertes Ammoniak im Harn enthalten ist. Das Gleiche geht aus der Harnstoffbestimmung nach Liebig hervor, nach welcher man bei der Salmiakfütterung eine wesentlich höhere Stickstoffausscheidung berechnet, als die Gesammtstickstoffbestimmung ergiebt, weil die gleiche Menge von salpetersaurem Quecksilberoxyd weniger Ammoniak in Anspruch nimmt als Harnstoff.

Es frägt sich, woher denn die grössere Quantität des Harnstoffs herrührt. Es ist aus meinen Versuchen bekannt, dass durch Gaben von Chlornatrium die Harnstoffmenge vermehrt wird und zwar durch Steigerung der Eiweisszersetzung; es ist von vorneherein höchst wahrscheinlich, dass der Salmiak die gleiche Wirkung hat. Als Herr Feder seinem Hunde soviel Chlornatrium gab, dass die Chlorausscheidung im Harn so gross war wie bei Verabreichung des Salmiaks, stieg die nach Bunsen bestimmte Harnstoffmenge um ebensoviel an als im letzteren Falle.

Ich kann daher für unsern Hund bestimmtest angeben, dass bei ihm das Ammoniak des Salmiaks unverändert den Körper durch den Harn wieder verlässt. Ich bin nicht im Stande über die Widersprüche zwischen den Zahlen von Knieriem und den unsrigen Aufklärung zu geben, es muss dieselbe weiteren sorgfältigen Versuchen überlassen werden. Ich bemerke, dass die Ausscheidung des Ammoniaks des Salmiaks aus dem Körper sich durch eine auffallend lange Zeit hinzieht, wie schon Lohrer mittheilte [4]), während das Chlor des Salmiaks alsbald erscheint; es findet also jedenfalls eine Trennung des Salmiaks statt, wahr-

---

4) Lohrer, Uebergang der Ammoniaksalze in den Harn, diss. inaug. Dorpat 1862.

scheinlich in Wechselwirkung mit dem phosphorsauren Alkali der Säfte, so zwar dass dabei phosphorsaures Ammoniak und Chloralkali entsteht. Es wäre möglich, dass bei Knieriem's Versuchen die kleinen Mengen von Ammoniak, um die es sich dabei handelt, erst spät zur Ausscheidung kamen.

Herr Feder wird die Resultate seiner Untersuchung ausführlich in der Zeitschrift für Biologie veröffentlichen und die Versuche auch noch weiter fortsetzen.

Sitzung vom 6. Mai 1876.

Herr Voit legt der Classe eine in seinem Laboratorium ausgeführte Untersuchung vor:

„Ueber die Abstammung des Glykogens im Thierkörper". Von Privatdozent Dr. J. Forster.

Bekanntlich haben Pettenkofer und Voit[1] in einer grösseren Reihe von Versuchen gezeigt, dass der in den Thierkörper aufgenommene Traubenzucker in diesem nicht in bemerkenswerther Menge aufgespeichert, sondern alsbald unter Sauerstoffaufnahme in Kohlensäure und Wasser zersetzt und so aus dem Körper ausgeschieden wird. In neuester Zeit nun schreibt man, in anscheinendem Widerspruche mit obigen Versuchen, dem thierischen Organismus, und zwar insbesondere der Leber, die Eigenschaft zu, den ihr zugeführten Zucker in Glykogen, eine zwar in Wasser lösliche allein nur sehr schwer durch thierische Membranen diffundirende Substanz, umzuwandeln, welche eben letzterer Eigenschaft halber im Körper sich in grösserer Menge anhäufen könne. Da man aber allgemein das Molekulargewicht der glykogenen Substanz mindestens doppelt so

1) Sitz.-Ber. der Münch. Akad. 1873, Heft 3; und Zeitschr. für Biol. Bd. IX, S. 435 ff.

gross annimmt, als das des Zuckers, so besässe der Thierkörper hiemit in hohem Maasse die Fähigkeit, complicirtere Moleküle aus einfacheren aufzubauen oder auch lebendige Kraft in Spannkraft überzuführen.

Man hat dies aus der Beobachtung geschlossen, dass bei Fütterung mit Kohlehydraten in der Leber der gefütterten Thiere häufig Glykogen in reichlicher Menge enthalten ist oder dass dabei Glykogen selbst bei solchen Körperzuständen in den Organen auftritt, bei welchen für gewöhnlich ohne Zufuhr von Kohlehydraten dasselbe nicht oder kaum nachzuweisen ist.

Diejenigen nun, welche das Vorkommen von Synthesen im Thierkörper, soferne man darunter den Aufbau höherer Moleküle aus einfachern versteht, nur nach zwingender Beweisführung in jedem einzelnen Falle annehmen wollen, erklären das Auftreten von Glykogen nach Zufuhr von Kohlehydraten durch die Annahme, dass normaler Weise aus dem beständig sich zersetzenden Eiweisse im Körper unter anderen Produkten auch Glykogen abgespaltet werde, eine Annahme, für welche genügend Beweise beigebracht werden können. Während jedoch für gewöhnlich dasselbe weiter zersetzt und oxydirt werde, finde es bei genügender Resorption von Zucker aus dem Darme, da alsdann dieser zerfällt, nicht mehr die Bedingungen seiner Zersetzung und könne nun an seiner Bildungsstätte abgelagert werden. Es würde nach dieser Vorstellung für die glykogene Substanz dasselbe gelten, was für die Bildung des Fettes aus Eiweiss und dessen Aufspeicherung im Thierkörper bei reichlicher Fütterung mit Kohlehydraten von Pettenkofer und Voit[2]) dargethan wurde.

Nachdem nun letztere Ansicht durch Versuche, die unter Prof. Voit's Leitung von Dr. Wolffberg ausgeführt

---

2) a. a. O.

worden waren, sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen, habe ich versucht, zu einer Entscheidung der vorliegenden Differenzen durch an grösseren Thieren angestellte Untersuchungen, welche deutlichere Resultate als die Experimente an kleinen Thieren versprachen, zu gelangen.

Zu diesem Zwecke liess ich grosse, ausgewachsene und vorher in annähernd gleichem wohlgenährten Zustande befindliche Hunde, die einige Tage hindurch nur mit fettarmem Fleische gefüttert worden waren, längere Zeit hungern. In dem ersten Versuche wurden am 9. Hungertage einem Thiere von 22 Kilogramm Körpergewicht etwa 400 cc. einer 50procentigen Traubenzuckerlösung langsam und vorsichtig in eine ven. messaraica eingeführt, wodurch der Leber und dem Körper im Verlaufe von 1½ Stunden etwa 200 grm. Zucker zur Verarbeitung geboten wurden. Eine halbe Stunde nach Beendigung der Injection, also zwei Stunden nach Beginn derselben, wurde das Thier durch Verbluten rasch getödtet, sofort die Leber herausgenommen und in kochendes Wasser eingetragen. Die Menge des nach Brücke's Angaben bestimmten Glykogens in der ganzen Leber betrug 9.3 grm. oder 1.78 % der frischen Leber.

In einem zweiten Versuche liess ich einem 28 Kilogramm schweren Hunde am 10. Hungertage wieder 400 cc. einer 50procentigen Traubenzuckerlösung vorsichtig im Laufe einer Stunde in eine ven. femoralis einfliessen. Auf gleiche Weise wie vorher wurde sodann das Thier getödtet und die Menge des Glykogens in der Leber bestimmt. Es fanden sich hier 9.7 grm. Glykogen oder 1.53 % des frischen Organes.

Bei einem Hahne von 2.24 Kilogramm Körpergewicht, dem am 2. Hungertage 60 cc. derselben Zuckerlösung in die Jugularvene injicirt wurden, fanden sich in der 39.8 grm.

schweren Leber 0.12 grm. Glykogen oder 0.29 % derselben.

Glykogene Substanz ist nun wie bekannt auch nach längerem Hunger immer noch in gewisser Menge in der Leber zu finden. Bei einem 24 Kilogramm schweren Hunde, der wie die oben erwähnten Thiere 10 Tage gehungert hatte, fand ich am 10. Hungertage nach der Verblutung noch 4.2 grm. Glykogen oder 0.92 % der frischen Leber.

Offenbar ist aber unter dem Einflusse der Zuckerinjection in die Venen die Menge von Glykogen in der Leber vermehrt. Es frägt sich nun, woher dasselbe stammt?

Die beobachtete Vermehrung beträgt etwas über 5 grm. in beiden Fällen und sinkt, wenn man für alle 3 Hunde eine gleiche Lebergrösse für das Körpergewicht derselben, nämlich 2.35 % des lebenden Thieres, so wie es bei dem ersten Versuchsthiere gefunden wurde, berechnet, unter 5 grm. herab. Die Menge des in der Leber des Hahnes gefundenen Glykogens übersteigt sogar trotz der Injektion von 30 grm. Zucker, einer relativ bedeutenden Masse, kaum die auch sonst in derselben zu erwartende Quantität.

Trotz der colossalen Menge von 200 resp. 60 grm. Zucker, die in den Körper eingeführt wurde, ist sonach nur eine äusserst geringe Vermehrung der glykogenen Substanz erfolgt. Schon dieser Umstand spricht deutlich gegen die Anschauung, dass der in den Körper eingeführte Zucker in Glykogen übergehe. Noch unwahrscheinlicher wird dieselbe, wenn man sieht, dass dann, wenn gerade dem angeblich die Synthese bewerkstellenden Organe, der Leber, die Zuckermenge direkt zugeleitet wird, wie in dem ersten Versuche, die Glykogenmenge in demselben nicht grösser gefunden wird, wie bei der Injektion von Zucker in eine Femoralvene.

Die Bildung von Glykogen aus Zucker dürfte man nur dann aus den vorliegenden Versuchen schliessen, wenn für dasselbe durchaus keine andere Quelle vorhanden wäre. So aber müssen wir denselben entnehmen, dass die Zufuhr des Zuckers bei der geringen Aufspeicherung von Glykogen nur eine sekundäre Rolle spiele und dass die glykogene Substanz im Körper hiebei aus einer andern in Quantität minder ergiebigen aber sicher gestellten Quelle d. h. dem zersetzten Eiweisse stammen müsse und bei der reichlichen Zuckerzufuhr abgelagert werde.

Am 10. Hungertage ist aber die Eiweisszersetzung im Körper bekanntlich sehr gering; bei hungernden Hunden von der oben erwähnten Grösse überschreitet die Menge des in 24 Stunden zersetzten Eiweisses kaum 30—50 grm. oder etwa 2—4 grm. in den zwei Stunden, die hier in Betracht kommen. Diese Grösse könnte also kaum zur Erklärung des Mehrbefundes von 4—5 grm. Glykogen in den obigen Versuchen ausreichen.

Nun habe ich aber vor einiger Zeit gezeigt [3]), dass durch Injektion von Zucker- und Kochsalzlösungen in die Blutbahn die Eiweisszersetzung im Thierkörper in ganz erheblichem Maasse erhöht wird. Dasselbe geschah nun auch in diesen Versuchen, was ich direkt durch die Menge des während der Dauer der Operation gebildeten Harns und dessen Stickstoffgehalt darthun konnte. Die Quantität des in den 2 resp. $1\frac{1}{2}$ Operationsstunden zur Blase gelangenden Harnstoffes oder Stickstoffes entspricht zudem nicht vollständig der in derselben Zeit stattgefundenen Eiweisszersetzung, da bei der Tödtung des Thieres Zersetzungs-

3) Sitz.-Ber. d. Münch. Akad. Juli, 1875 u. Zeitschr. f. Biol. Bd. XI, S. 515.

produkte des Eiweisses noch in grösserer Menge innerhalb der Organe sich befinden mussten, die erst später in den Harn übergegangen wären. Dessungeachtet aber betrug die Menge des nach Liebig's Methode bestimmten Harnstoffes in dem während der Operation gewonnenen Harne in dem ersten Versuche 4.74 grm., in dem zweiten 2.43 grm., was also im Mindesten eine Eiweisszersetzung von 14, resp. über 7 grm. anzeigt.

Dass in der That die Stoffzersetzung im Körper durch die Injektion selbst in lebhafterem Maasse, als dies durch die Harnstoffausscheidung zu erkennen war, angeregt wurde, kann ich noch einer weitern merkwürdigen Beobachtung entnehmen. Während der ersten Injektion der Zuckerlösung in eine Mesenterialvene füllten sich Magen und Dünndarm allmählig mit einer Flüssigkeit, die sorgfältig gesammelt und deren Menge im Magen 170 cc., im Dünndarme 210 cc. betrug. Bei der Analyse erwies sich dieselbe durch ihren Gehalt an Gallensäuren und Farbstoffen unzweifelhaft als zuckerhaltige, wenn auch etwas verdünnte Galle.

Nach diesen Beobachtungen erklärt sich also die Möglichkeit einer geringen Glykogenvermehrung in der Leber leicht durch den bei der Zuckerinjektion stattfindenden Mehrzerfall von Eiweiss und die Ersparniss des hiebei abgespaltenen Glykogens unter dem Einflusse des reichlich zugeführten leicht zersetzlichen Zuckers. Damit lässt sich auch leicht die Thatsache vereinen, dass bei einem kleinen Organismus, dem Hahne in meinem vierten Versuche, bei dem entsprechend der Körpergrösse die Eiweisszersetzung eine sehr geringe ist, auch nur sehr wenig Glykogen in der Leber enthalten ist.

Zum Schlusse bemerke ich noch als einen erwähnenswerthen Umstand, dass bei den drei vorgenommenen Zucker-

injektionen ziemliche Mengen von Zucker im Blute der Versuchsthiere nachgewiesen werden konnten, sowie dass der Harn der Hunde sowohl wie auch Harn, der von dem Hahne in reichlicher Menge während der Operation entleert wurde, grössere Zuckerquantitäten enthielt.

Ausführlichere Mittheilung dieser und ähnlicher Versuche behalte ich mir zur Veröffentlichung an einem andern Orte vor.

Herr Baeyer berichtet über die in seinem Laboratorium von Emil Fischer und Otto Fischer ausgeführte Untersuchung:

„Zur Kenntniss des Rosanilins".

In einer unlängst in Liebig's Annalen[1]) erschienenen Abhandlung legen Gräbe und Caro die Details ihrer bereits auf der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden im Auszug publicirten Untersuchung über Rosolsäure und ihre Beziehung zum Rosanilin nieder. Auf Grund der Umwandlung des letzteren durch Einwirkung von salpetriger Säure in die als ein Oxychinon characterisirte Rosolsäure thun sie in überzeugender Weise dar, dass die bisher für das Rosanilin aufgestellten, zahlreichen Structurformeln unhaltbar sind und substituiren dafür die ihren experimentellen Resultaten angepasste Formel $C_6H_3.(NH_2)\left\{\begin{matrix}CH_2.C_6H_4.NH \\ CH_2.C_6H_4.NH\end{matrix}\right\}$

Letztere trägt hauptsächlich dem Umstande Rücksicht, dass bei der Rosolsäurebildung aller Stickstoff des Rosanilins, ähnlich wie bei den gewöhnlichen, aromatischen Aminen eliminirt und durch sauerstoffhaltige Gruppen ersetzt wird, wobei eine Verbindung entsteht, deren ganzes, sorgfältig studirtes Verhalten zu der Formel $C_6H_3(OH).\left\{\begin{matrix}CH_2.C_6H_4O \\ CH_2.C_6H_4O\end{matrix}\right\}$ führt.

Auf den ersten Anschein hat diese Auffassung viel Gewinnendes, da sie die Beziehungen zwischen Rosanilin und Rosolsäure in übersichtlicher Weise darstellt und dem

---

1) 179 p. 184.

Verhalten beider Körper wohl entspricht; weniger indessen genügt, sie zur Erklärung der eigentlichen Reaction, worauf sie gegründet ist, d. h. der Bildung einer Diazoverbindung und späteren Umwandlung derselben in Rosolsäure.

Es ist diese Schwierigkeit bereits von den Verfassern selbst betont; sie glaubten sich jedoch mit der Annahme begnügen zu können, dass die im Rosanilin enthaltenen Imidogruppen durch Einwirkung der salpetrigen Säure analog den gewöhnlichen Aminen in Diazoverbindungen oder in Körper, welche sich bei der Zersetzung mit Wasser diesem ähnlich verhalten, übergeführt werden können. So lange indessen diese Ansicht der experimentellen Grundlage entbehrte, mussten die daraus für die Constitution des Rosanilins gefolgerten Schlüsse ebenfalls zweifelhaft erscheinen.

Zur Entscheidung der Frage war vor Allem eine neue Untersuchung obiger Diazoverbindung selbst nothwendig. Die Kenntniss derselben beschränkte sich auf die Angaben von Caro und Wanklyn[3]), dass zu ihrer Bildung 3 Mol. HNO_2 auf 1 Mol. Rosanilin erforderlich sind, und dass sie beim Kochen mit Wasser 6 aeq. N als Gas abgiebt, woraus dieselben die den damaligen theoretischen Anschauungen entsprechende Formel $C_{20} H_{10} N_6$ herleiteten.

Da indessen diese analytischen Resultate sich ebenso gut mit der oben erwähnten späteren Auffassung von Gräbe und Caro vereinigen liessen, so wurde letztere Formel von denselben anscheinend nicht weiter berücksichtigt und es war damit die Entstehung und Natur jener Diazoverbindung von Neuem in Frage gestellt.

Durch das Studium der Hydrazinverbindungen, deren Beziehungen zu den Diazokörpern vollständig klar gelegt sind, und durch die Beobachtung, dass die Reactionen, welche von den einfachern, aromatischen Aminen zu diesen

---

3) London R. Soc. Proc. 15. 210.

Basen führen, im Allgemeinen auch beim Rosanilin Gültigkeit haben, glaubten wir neue experimentelle Anhaltspunkte zur Entscheidung obiger Frage gewinnen zu können und wurden dadurch zu nachfolgender Arbeit veranlasst, deren Resultate wir mit der freundlichen Einwilligung von Herrn Caro mittheilen.

Technische Schwierigkeiten nöthigten uns allerdings bald, den Gang der Untersuchung abzuändern, da die Hydrazinbildung beim Rosanilin keineswegs so einfacher Natur ist, wie es erst den Anschein hatte und mithin von diesen Körpern ebenso wenig wie von der Rosolsäure ein directer Rückschluss auf das Rosanilin gestattet war.

Behandelt man die nach Gräbe und Caro dargestellte Diazoverbindung des Rosanilins in wässriger Lösung mit saurem schwefligsaurem Kali oder Natron, so beobachtet man zunächst ganz dieselben Erscheinungen, wie sie für das Diazobenzol von dem Einen von uns[4]) angegeben werden. Die Lösung wird ohne Gasentwicklung anfangs dunkelgelb, nimmt jedoch beim gelinden Erwärmen unter Einfluss der schwefligen Säure durch weitere Reduction bald eine hellgelbe Farbe an, die hierbei jedenfalls entstehenden Sulfonsauren Salze der Diazo- resp. Hydrazinverbindung könnten ihrer Löslichkeit halber nicht von den unorganischen Beimengen getrennt werden.

Beim Ansäuern der wenig gefärbten Lösung mit conc. HCl treten dagegen abnorme Erscheinungen auf; die Flüssigkeit färbt sich Anfangs violettroth, wird beim Erwärmen tief violettblau und scheidet in der Kälte, wenn man in hinreichender Concentration und mit einem Ueberschuss von Salzsäure arbeitet, einen dicken, blauschwarzen, voluminösen Niederschlag eines salzsauren Salzes ab. Die demselben zu Grunde liegende Base ist jedoch keineswegs eine

4) Berichte der deutschen Gesell. VIII. 589.

einfache Hydrazinverbindung; sie löst sich vielmehr leicht in allen kaustischen und kohlensauren Alkalien mit rother Farbe, zeigt mithin das Verhalten eines Amidophenols und scheint in naher Beziehung zur Rosolsäure zu stehen; ihre Isolirung ist aus diesem Grunde noch nicht gelungen und ein genaueres Studium ihrer Salze wurde aufgeschoben, da ihre Kenntniss für die Rosanilinfrage einstweilen nicht von Bedeutung war.

Zu entscheidenderen Resultaten gelangten wir bei einer neuen Untersuchung der Diazoverbindung selbst. In dem Gold- und Platinadoppelsalze fanden sich wohl characterisirte und hinreichend beständige Derivate, deren vollständige Analysen eine genaue Feststellung der Formel gestatteten.

Das Goldsalz wurde dargestellt durch Eintragen der wässrigen Lösung des durch Abscheiden mit Alkohol und Aether mehrmals gereinigten Diazorosanilinchlorids, wie wir die Verbindung nennen wollen, in eine verdünnte, schwach saure Lösung von überschüssigem Goldchlorid, wobei es sich sofort als hellgelber, flockig krystallinischer Niederschlag abscheidet; dasselbe lässt sich unverändert mit Wasser, Alkohol und Aether auswaschen und hat im vacuum getrocknet die Formel: $C_{20}H_{18}N_6Cl_3 + 3AuCl_3 + H_2O$.

	Gef. I	Gef. II	Ber.
Au	43	43,1	43,08
C	17,66	17,85	17,49
H	1,3	1,11	1,09
N	6,27	—	6,12
Cl	30,94		31,05
O			1,17

Dass das eine in der Verbindung enthaltene Molekül Wasser die Rolle von Krystallwasser spielt, wird wahrscheinlich durch die Beobachtung, dass die hellgelbe Substanz

beim längeren Aufbewahren im vacuum oberflächlich braun wird, an feuchter Luft jedoch ihre ursprüngliche Farbe bald wieder annimmt; eine direkte Bestimmung desselben durch Wärmezufuhr war natürlich bei der Zersetzlichkeit des Körpers nicht auszuführen.

In seinem sonstigen Verhalten zeigt das Goldsalz vollständige Analogie mit der entsprechenden Verbindung des des Diazobenzols; beim Erhitzen verpufft es heftig, wesshalb die Goldbestimmung durch Abrauchen mit conc. Schwefelsäure ausgeführt werden musste.

Beim Kochen mit Wasser zersetzt es sich vollständig; aller Stickstoff, der nach der Griess'schen Methode bestimmt wurde, entweicht in Gasform.

	Gef.	Ber.
N	6 %	6,12 %.

In dem dunkel gefärbten Rückstande war keine Rosolsäure nachzuweisen; dieselbe wird offenbar in statu nasc. durch das Goldchlorid oxidirt, worauf der beträchtliche Gehalt der wässrigen Lösung an Au_2Cl_3 deutlich genug hinweist.

Das Platindoppelsalz, welches ganz in derselben Weise wie das Goldsalz erhalten wurde, unterscheidet sich von diesem nur durch grössere Unbeständigkeit und höheren Krystallwassergehalt.

Die Analyse der mit Alkohol und Aether gewaschenen und nur kurze Zeit im vacuum getrockneten Substanz ergab Zahlen, welche annähernd der Formel

$$(C_{20}H_{13}Cl_3N_6)_2 + 3PtCl_4 + 8H_2O$$

entsprechen

	Gef. I	II	Ber.
Pt	28,8	28,58	28,91
C	24,5	24,8	23,42
H	2,23	2,09	2,04
N	8,2		8,2
Cl	30,60	32,3	31,18
O			6,25

Beim Kochen mit Wasser wird ebenfalls aller Stickstoff in Gasform erhalten.

	Gef.	Ber.
N	8 %	8,2

Die hierbei entstehende Rosolsäure wird von dem $PtCl_4$ nicht weiter verändert und konnte in reichlicher Menge isolirt werden

Beim längeren Aufbewahren verliert das Salz Wasser, bräunt sich indessen unter gleichzeitiger, theilweiser Zersetzung.

In Wasser ist es leichter löslich als das Goldsalz; beim Erhitzen verpufft es ebenso wie jenes.

Von den übrigen, zahlreichen Derivaten, welche das Diazorosanilin mit den verschiedensten Agentien, mit Anilin, Diaethylamin, Ammoniak, Phenylhydrazin, Brom und Br H liefert, war keines zur weiteren Untersuchung einladend; ausserdem glaubten wir auch mit den bereits gewonnenen, analytischen Daten die Formel der Verbindung, welche m. m. der seiner Zeit von Caro und Wanklyn gegebenen entspricht, hinreichend festgestellt zu haben.

Die vollständige Analogie derselben mit dem Diazobenzol in Zusammensetzung und Reactionen, wobei nur die abnormen Erscheinungen bei der Rosolsäure- und Hydrazinbildung eine Ausnahme machen, berechtigt weiter dazu, ihr eine der modernen Anschauung über die einfachen Diazo-

körper angepasste Constitution zuzuschreiben und für das Chlorid die Formel $C_{20}H_{13}.(N_2Cl)_3$ aufzustellen. Auf die Umwandlung einer derart constituirten Diazoverbindung in Rosolsäure und auf die Schlüsse, welche daraus für die Constitution des Rosanilins zu ziehen gestattet ist, werden wir später zurückkommen.

Nachdem durch die Untersuchung von Gräbe und Caro weiter bereits festgestellt und durch unsere Resultate bestätigt worden, dass dem Rosanilin ein Kohlenwasserstoff $C_{20}H_{18}$ resp. $C_{20}H_{16}$ zu Grunde liegt, war die endgültige Lösung der Constitutionsfrage bedingt durch die Kenntniss dieser Verbindung.

Gräbe und Caro haben sich vergebens bemüht, dieselbe aus dem Diazorosanilin nach der Griess'schen Methode zu gewinnen; ihre Versuche wurden mit demselben negativen Resultate von uns wiederholt; ebenso wenig gelang es Zincke in synthetischer Weise von den beiden Dibenzylbenzolen durch Nitrirung und Amidirung zum Leucanilin zu gelangen.

Mit besserem Erfolg haben wir unsere Versuche auf das Leucanilin ausgedehnt, da es hier in der That gelang, durch Zersetzen der Diazoverbindung mit Alkohol einen Kohlenwasserstoff in nicht unerheblicher Menge zu gewinnen, dessen Zusammensetzung und Eigenschaften dazu berechtigen, ihn als die Muttersubstanz der Rosanilingruppe anzusprechen.

Ueber die Diazoverbindung des Leucanilins sind nur einige kurze Angaben von A. W. Hofmann[5]) und von Caro und Wanklyn[6]) vorhanden; ersterer erhielt bei Einwirkung von HNO_2 auf eine salpetersaure Lösung des Leucanilins eine Base, deren Platinverbindung explosiv war; letztere

5) Lond. R. Soc. Proc. XII. 2.
6) ibid. XV. 210.

gewannen durch Kochen der mit salpetriger Säure behandelten Lösung eines Leucanilinsalzes einen Körper, den sie wegen seines Verhaltens zu Ferricyankalium als Leucorosolsäure ansahen.

Wir haben die Diazoverbindung isolirt und genauer untersucht. Sie wird im Kleinen am Besten nach der Griess'schen Methode durch Einleiten von HNO_2 in die wässrige Lösung des salzsauren Leucanilins erhalten; die Flüssigkeit färbt sich zuerst dunkelgrün und wird durch einen Ueberschuss von HNO_2 hellroth; durch Zusatz von Alkohol und Aether fällt die Diazoverbindung als schwach gelbe, klebrige Masse aus; im krystallisirten, für die Analyse geeigneten Zustande erhält man sie ebenso wenig, wie das Diazorosanilin. Zur Feststellung der Formel diente desshalb auch hier das Golddoppelsalz.

Dasselbe wurde in der früher beschriebenen Weise dargestellt, wobei es zuerst in hellgelben Flocken ausfällt, die jedoch bald oberflächlich eine schmutzig grüngelbe Farbe annehmen.

Die Analyse der im vacuum getrockneten Substanz führte zu der Formel $C_{20}H_{16}N_6Cl_3 + 3AuCl_3 + H_2O$.

	Gef.	Ber.
Aw	42,96	43,01
C	17,36	17,47
H	1,38	1,24
N	6,31	6,10
Cl	30,81	31,01
O		

Bei der Zersetzung mit Wasser entweicht aller Stickstoff in Gasform; es entstehen dabei neben geringen Mengen rosolsäureartiger Körper durch Einwirkung des $AuCl_3$ hauptsächlich die weiteren Oxidationsproducte derselben, deren alkalische Lösung keine characteristische Farbe besitzt.

Das Platindoppelsalz verhält sich ähnlich; nur liefert es beim Kochen mit Wasser reichliche Mengen von Rosolsäure; wobei ein Theil des $PtCl_4$ ebenfalls reducirt wird.

Das Diazoleucanilinchlorid selbst löst sich leicht im Wasser mit grünblauer Farbe, welche beim Verdünnen in rein Blau übergeht; ob diese Färbung, welche einen characteristischen Unterschied von dem Diazorosanilin bildet, der Verbindung eigenthümlich ist, oder durch eine theilweise Zersetzung veranlasst wird, muss dahin gestellt bleiben.

Beim Kochen mit Wasser wird die reine Verbindung leicht zersetzt, wobei ein reichlicher, voluminöser Niederschlag von schmutzigen, nicht krystallisirenden Producten entsteht, welche zum grössten Theil in Alkalien unlöslich sind und unter denen wir keine Leucorosolsäure haben auffinden können.

Zur Darstellung des oben erwähnten Kohlenwasserstoffs eignet sich die einmal abgeschiedene Diazoverbindung nicht mehr; wegen ihrer Schwerlöslichkeit in absolutem Alkohol setzt sie sich beim Erwärmen damit an den Gefässwänden fest und verharzt hier zum grössten Theil, während unter starker Aldehydentwicklung nur geringe Mengen öliger Producte in den Alkohol übergehen.

Mit Erfolg brachten wir dagegen eine kürzlich von Liebermann und Scheiding[7]) für die Umwandlung des

---

7) Berichte d. d. chem. Gesell. VII. 1108.

Die Methode hat vor den gewöhnlichen manche Vorzüge: einmal umgeht sie die häufig sehr lästige Isolirung der schwefelsauren Diazoverbindungen, ferner sind letztere in conc. Schwefelsäure beständiger, als in wässriger Lösung, so dass ihre Darstellung in dieser Weise weniger Vorsicht erheischt, und endlich scheint die Schwefelsäure noch eine nicht unwesentliche Rolle bei dem Zersetzungsprocess selbst als wasserentziehendes Mittel zu spielen; ein mehr oder weniger grosser Verlust an Kohlenwasserstoff wird allerdings durch Bildung von Sulfosäuren leicht veranlasst.

Bromnitronaphtylamin in Bromnitronaphtalin angegebene Methode mit einigen Abänderungen hier in Anwendung; dieselbe beruht darauf, die Lösung der Aminbasen in conc. H_2SO_4 mit HNO_2 zu behandeln und die so entstehenden Diazoverbindungen unter Ausschluss von Wasser direct mit Alkohol zu zersetzen. Das bei einer Operation im grösseren Massstabe von uns eingeschlagenem Verfahren ist folgendes.

400 gr. Rosanilin oder die entsprechende Menge Fuchsin wurden zur Ueberführung in Leucanilin in 2000 gr. Wasser und 800 gr. conc. Salzsäure gelöst, auf dem Wasserbade erwärmt und so lange Zinkstaub eingetragen, bis die Farbe von rothbraun durch gelbbraun in hellgelb übergegangen war; die vom Zinkstaub abfiltrirte Lösung wurde mit dem gleichen Volumen conc. Salzsäure gefällt, das colirte und abgepresste Salz in heissem Wasser gelöst und wieder mit Salzsäure abgeschieden.

Durch 1—2malige Wiederholung dieser Operation entfernt man alles Zink und den grössten Theil der schmutzigen Nebenproducte.

Die durch Zersetzen des Hydrochlorats mit Ammoniak gewonnene, fast rein weisse Base, deren Menge über 300 gr. betrug, wurde weiter in 1500 gr. H_2SO_4 gelöst und diese Lösung in Portionen von je 40 gr. unter Zugabe von etwa 5 gr. Wasser mit salpetriger Säure behandelt, bis der Geruch desselben auch beim starken Umschütteln nicht mehr verschwand. Nachdem der Ueberschuss der salpetrigen Säure zweckmässig durch einen kräftigen Luftstrom verdrängt

---

Zur Darstellung der schwefelsauren Diazoverbindungen selbst eignet sich die Methode ebenfalls vorzüglich; man hat die Lösung der Aminbasen in der 4—5 Gew. Menge conc. Schwefelsäure mit HNO_2 zu behandeln und die Flüssigkeit vorsichtig in gut gekühlten Alkohol einzutragen; auf Zusatz von Aether krystallisiren die Diazoverbindungen beim Anilin, Ortho- unn Paratolnidin nach kleineren Versuchen sofort in reichlicher Menge und ganz reinem Zustande aus.

ist, wird die rothe Lösung in 250 gr. siedenden Alkohols in kleinen Portionen und unter stetem Umschütteln eingetragen; jeder einfallende Tropfen der schwefelsauren Lösung bewirkt eine momentane Blaufärbung des Alkohols, von der Diazoverbindung herrührend, welche indessen ebenso rasch unter starker Aldehyd- und Stickgasentwicklung zerfällt; die sich dunkelroth färbende, alkoholische Lösung darf bei richtig geleiteter Operation keine festen Substanzen abscheiden und nach dem Uebersättigen mit Natron nur wenig gefärbt erscheinen.

Die vereinigten Flüssigkeitsmengen wurden weiter zur Abstumpfung der Schwefelsäure mit conc. Kalilauge versetzt, von dem ausgeschiedenen K_2SO_4 abfiltrirt und der Alkohol so weit verdampft, bis sich im Destillationsgefäss ölige Substanzen in reichlicher Menge abgeschieden. Die rückständige Lösung wurde mit Wasser verdünnt, mit Schwefelsäure wieder angesäuert und mit Aether extrahirt, beim Verdampfen des letzteren blieb ein öliger Rückstand, der durch Schütteln mit verdünnter Natronlauge von Sulfosäuren und phenolartiger Körper befreit und von Neuem mit Aether aufgenommen wurde. Nach Entfernung des Aethers konnte der dunkelbraune Rückstand gleich der Destillation unterworfen werden; geringe Mengen Alkohol, Aether und Kohlenwasserstoffe gingen unter 360° über; bei Weitem der grösste Theil siedete oberhalb der Thermometergrenze und lieferte 85 gr. Destillat; in der Retorte blieb ein geringer, verkohlender Rückstand.

Nach der Entwässrung mit Natrium und zweiter Rectification erhielten wir 55 gr. eines hellgelben, schweren Oeles von schwach blauer Fluorescenz, das selbst in einer Kältemischung nur zu einer salbenartigen Masse erstarrte und erst beim längeren Stehen geringe Mengen kleiner, körniger Krystalle absetzte.

Besser gelingt die theilweise Isolirung des festen

Productes durch Umkrystallisirung aus Methylalcohol; aus der heissen, nicht zu concentrirten Lösung des Rohproductes in Holzgeist scheiden sich beim Erkalten reichliche Mengen eines schwach gelb gefärbten Oeles ab, welches nach einiger Zeit erstarrte und durch mehrmaliges Umkrystallisiren zuletzt in ganz farblosen, harten Prismen erhalten wird. Aus 25 gr. Rohproduct wurden so allerdings nur 8 gr. reinen Kohlenwasserstoffs gewonnen; berücksichtigt man übrigens dass die Krystallisationsfähigkeit selbst des ganz reinen Productes eine sehr geringe ist, dass die nicht erstarrenden Nebenproducte fast dieselben Löslichkeitsverhältnisse zeigen, so werden die Verluste begreiflich und es gleicherzeit wahrscheinlich, dass der grösste Theil des öligen Rückstandes ebenfalls noch aus dem festen Kohlenwasserstoff besteht.

Die Analyse der Substanz ergab Werthe, welche der Formel $C_{20}H_{18}$ entsprechen.

	Gef.	Ber.
C	92,7 %	93 %
H	7,05	7 %

Der Körper ist in Aether, Ligroïn, Benzol leicht, in kaltem Alkohol und Holzgeist schwer löslich, mit Wasserdämpfen nicht flüchtig, schmilzt bei 58°; mit Brom oder Salpetersäure behandelt, liefert er feste, schlecht krystallisirende Derivate; durch Oxidation mit $K_2Cr_2O_7$ und Schwefelsäure wird er in ein Keton vom Schmelzp. 148—149° übergeführt, welches aus Ligroïn in farblosen, meist zu kugeligen Aggregaten vereinigten Blättchen krystallisirt und nach der Analyse die Formel $C_{20}H_{18}O$ hat.

Schmelzpunkt, Zusammensetzung des Ketons, und theilweise die übrigen, physicalischen Eigenschaften unterscheiden den Körper wesentlich von den einzigen bisher bekannten Kohlenwasserstoffen der Formel $C_{20}H_{18}$, den beiden von

Zincke[8]) entdeckten Dibenzylbenzolen, so weit dieselben uns aus den bisherigen Publicationen wenigstens bekannt sind.

Was die Beziehungen desselben zum Leucanilin betrifft, so ist es uns allerdings bisher noch nicht gelungen, dieselben in umgekehrter Weise, durch Synthese des letzteren weiter zu bestätigen und es könnte diess vielleicht, mit Rücksicht auf die geringe Ausbeute, welche nur 20% der theoretischen beträgt, und die Art der Darstellung Veranlassung geben zu zweifeln an der Abhängigkeit beider Körper von einander und zu der Vermuthung, dass die Entstehung des Kohlenwasserstoffs Folge einer secundären Reaction sei, etwa in der Weise, dass das Leucanilin selbst bei dem Verfahren in seine Conponenten zerfiele und aus den hierbei entstehenden Kohlenwasserstoffen durch Aldehyd-Condensation nach Art der Baeyer'schen Synthesen höher siedende Producte entstanden wären; wir haben es desshalb nicht für überflüssig gehalten, als Controlversuch, ob eine derartige Reaction unter den gegebenen Bedingungen überhaupt eintreten kann, entsprechende Mengen Anilin- und Ortho- oder Paratoluidin genau in derselben Weise zu behandeln, konnten indessen auch nicht die geringste Spur eines über 360° siedenden Productes constatiren.

Die schlechte Ausbeute an obigem Kohlenwasserstoff scheint vielmehr der Bildung von Sulfosäuren und phenolartigen Körpern und allerdings zum geringeren Theil auch einem theilweisen Zerfall des Leucanilin in einfachere Verbindungen zuzuschreiben zu sein und wir halten uns desshalb einstweilen für berechtigt, die Verbindung als den der Leucanilin- resp. Rosanilingruppe zu Grunde liegenden Kohlenwasserstoff anzusehen, werden jedoch nicht ermangeln, diese Ansicht weiter auf experimentellem Wege zu prüfen.

Bezüglich der Constitution des Kohlenwasserstoffs, deren

8) Berichte der deutschen chem. Ges. VI. 119 u. IX. 31.

Kenntniss wir als entscheidend für die Rosanilinfrage halten, haben unsere Versuche bisher noch zu keinem endgültigen Resultate geführt. Nach den von Gräbe und Caro l. c. entwickelten Betrachtungen stand zu erwarten, dass derselbe die Formel eines Dibenzylbenzols $C_6H_4 \begin{matrix} -CH_2.C_6H_5 \\ -CH_2.C_6H_5 \end{matrix}$ habe, und es wäre immerhin möglich, dass derselbe, weil verschieden von den Zincke'schen Kohlenwasserstoffen, das fehlende dritte Isomere derselben ist; wir glauben uns jedoch zur Aufstellung einer derartigen Formel nicht berechtigt, bevor es uns gelungen ist, durch Oxidation ein Keton mit 2 O-atomen zu erhalten.

Aus demselben Grunde stehen wir einstweilen von einer eingehenden Discussion der Constitution des Rosanilins und Leucanilins ab und beschränken uns darauf, im Anschluss an obige Resultate auf die Beziehungen der beiden letzten Körper zu einander in einer von der Gräbe-Caro'schen Ansicht verschiedenen Weise aufmerksam zu machen.

Für das Leucanilin geht aus der Ueberführung in einen Kohlenwasserstoff $C_{20}H_{18}$, aus seiner Tribasicität und seinen sonstigen Reactionen zur Genüge hervor, dass es ein Triamin von der Formel $C_{20}H_{15}(NH_2)_3$ ist. Das Rosanilin enthält 2 H-atome weniger; diese Differenz beruht entweder auf einer Verschiedenheit der stickstoffhaltigen Gruppen oder des Kohlenwasserstoffrestes, mit anderen Worten, das Rosanilin ist ein Abkömmling des Kohlenwasserstoffs $C_{20}H_{18}$ oder $C_{20}H_{16}$.

Erstere Ansicht wird auf Grund der Rosolsäurebildung von Gräbe und Caro vertreten; nachdem es jedoch durch obige Versuche festgestellt ist, dass das Zwischenproduct dieser Reaction, das Diazorosanilinchlorid folgende Formel $C_{20}H_{13}(N_2Cl)_3$ hat, mithin sich von einem Kohlenwasserstoff $C_{20}H_{16}$ ableitet, verliert jenes Argument seine Stütze und es wird in gleichem Masse für das Rosanilin wahr-

scheinlicher, dass es ebenfalls als ein Derivat dieses Kohlenwasserstoffs d. h. als ein Triamin von der Formel $C_{20}H_{16}(NH_2)_3$ aufzufassen ist.

Einen direkten Beweis für die Richtigkeit dieser Formel beizubringen, gelang uns durch die Untersuchung der von H. Müller entdeckten, eigenthümlichen Verbindung des Rosanilins mit Cyanwasserstoffsäure, des Hydrocyanrosanilins, welches in Entstehung und Reactionen vollständige Analogie mit dem Leucanilin zeigt.

Nach der Gräbe-Caro'schen Ansicht muss die Bildung dieses Körpers durch Anlagerung der Elemente der Blausäure an die Imidogruppen des Rosanilins, nach letzterer Formel durch Anlagerung an den Kohlenwasserstoffrest stattfinden; in einem Falle enthält die Verbindung zwei Amido- und eine mit Cyan verbundene Imidogruppe; im anderen hat sie wie das Rosanilin selbst drei Amidogruppen; die Untersuchung der von der Base sich ableitenden Diazoverbindung hat zu Gunsten der letzteren Ansicht entschieden.

Dieselbe wurde nach der gewöhnlichen Methode durch Einleiten von salpetriger Säure in die salzsaure Lösung der Base erhalten; durch mehrmaliges Abscheiden mit Alkohol und Aether gereinigt, bildet das Chlorid ein weisses, krystallinisches, sehr hygroscopisches Pulver.

Seine Zusammensetzung wurde durch Analyse des in der früher beschriebenen Weise dargestellten Goldsalzes ermittelt.

Die für letzteres gefundenen Werthe entsprechen der Formel $C_{20}H_{14}(CN)(N_2Cl)_3 + 3AuCl_3$.

	Gef. I	Gef. II	Ber.
Aw	42,55	42,7	42,79
C	19,1	18,7	18,25
H	1,46	1,36	1,01
N	7,33		7,1
Cl	30,44		30,85

Bei der Zersetzung mit Wasser werden sechs Atome Stickstoff in Gasform ausgeschieden.

	Gef.	Ber.
N	6	6,08

Die Verbindung enthält mithin drei Diazogruppen; für das Hydrocyanrosanilin ergibt sich daraus mit Bestimmtheit, dass es drei Amidogruppen hat, das Cyan an Kohlenstoff gebunden enthält und aus dem Rosanilin durch Anlagerung von Blausäure an den ungesättigten Kohlenwasserstoffrest entsteht; für letzteres endlich kann damit das Vorhandensein von drei Amidogruppen und die Richtigkeit der Formel $C_{20}H_{13}(NH_2)_3$ soweit es möglich, als bewiesen angesehen werden.

Die Einwürfe, welche nach dem vorliegenden experimentellen Material gegen diese Auffassung noch geltend gemacht werden könnten, beschränken sich im Wesentlichen auf folgende zwei Punkte:

1) Die Bildung eines Körpers von der durch Gräbe und Caro aufgestellte Formel der Rosolsäure.
2) Die Resultate der Arbeiten von A. W. Hofmann über die methylirten Rosaniline, aus welchen gefolgert wird, dass nur drei H-atome im Rosanilin durch Alkoholradicale vertretbar sind.

Der erste Einwurf ist nach unseren Versuchen, wie bereits oben betont, nicht sowohl gegen die Formel des Rosanilins, als vielmehr die der Diazoverbindung gerichtet; da letztere indessen nach den analytischen Resultaten und nach der modernen Anschauung über die Diazokörper kaum anders constituirt sein kann, so sind wir allerdings genöthigt, bei der Umwandlung in die Rosolsäure, wenn deren Chinon-Natur für bewiesen gilt, einen complicirteren

Verlauf der Reaction anzunehmen, in der Weise, dass die Entstehung der Chinongruppe durch Wanderung der H-atome von den Hydroxylen nach dem ungesättigten Kohlenwasserstoffreste veranlasst wird.

Was den zweiten Punkt, die Methyl-Derivate des Rosanilins, betrifft, aus deren Studium A. W. Hofmann den Schluss zieht, es seien in letzteren nur drei H-atome durch Alkoholradicale vertretbar, so ist bereits von Gräbe und Caro zur Motivirung ihrer Formel darauf aufmerksam gemacht, dass aus diesen Versuchen ebenso gut die Existenz eines tetramethylirten Rosanilins gefolgert werden kann.

Wir sind nicht in der Lage, in ähnlicher Weise eine Formel mit drei Amidogruppen herleiten zu können, glauben jedoch dem hieraus erwachsenden Einwurf in anderer Weise entgegentreten zu können, durch die Behauptung dass die Bildung von Ammoniumverbindungen bei complicirteren Aminen die bereits erfolgte Ersetzung aller H-atome durch Alkoholradicale keineswegs hinreichend beweist.

Unsere Ansicht stützt sich auf die von dem Einen von uns[9]) bei dem Studium der Aethylderivate des Phenylhydrazins gefundene Thatsache, dass hier bereits Ammoniumbildung eintritt, wenn von den drei H-atomen der Hydrazingruppe nur eins durch Aethyl vertreten wird. Dass ähnliche Verhältnisse bei einem Amin von der complicirten Zusammensetzung des Rosanilins eintreten sollen, hat wenig Befremdendes.

---

9) Aus dem Reactionsproduct der Einwirkung von $C_2H_5.Br$ auf Phenylhydrazin wurde ein Körper von der Formel $C_6H_5.N_2H_2.C_2H_5.C_2H_5Br.$ in erheblicher Menge isolirt, der als Ammoniumverbindung characterisirt ist.

Die Details der Untersuchung sollen demnächst mitgetheilt werden. E. Fischer.

Jedenfalls können hiernach die letzt besprochenen Punkte für die Beurtheilung der Rosanilinfrage keineswegs die Bedeutung haben, wie die aus der Untersuchung der Diazoverbindungen erhaltenen Resultate und wir halten desshalb mit Zusammenfassung aller Für- und Gegengründe die Formel des Rosanilins $C_{20}H_{13}.(NH_2)_3$ für den vollkommensten Ausdruck der bekannten Thatsachen.

Sitzung vom 17. Juni 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Voit legt eine Abhandlung vor:

Structurlose Membranen bei Wirbelthieren und Wirbellosen von Prof. **Kollmann.**

Für die Entstehung structurloser Membranen fehlen bis jetzt die geeigneten Untersuchungsobjecte. Bei den marinen Formen der Acephalen glaube ich einzelne Stellen in den Kiemen gefunden zu haben, bei unseren Süsswasserformen sind es vor allem die Grenzschichten des Mantels, überdies die Oberfläche des Darms, welche sich für das Studium ganz sehr gut eignen.

Die Acephalen sind unter den Wirbellosen deshalb ganz besonders vorzuziehen, weil die Bindesubstanz aus Gallertgewebe also aus einer embryonalen Form besteht, in der abgesehen von Bindesubstanzzellen und wenigen Muskelfasern nur äusserst selten andere Fasern auftreten, welche überdies nach ihrem Glanz, der Art ihres Verlaufes, der Widerstandsfähigkeit gegen Säuren unter die elastischen Elemente zu rechnen sind. Trifft man unter solchen Umständen in dieser Klasse auf structurlose Membranen, welche allen Forderungen

entsprechen, welche die Histiologie an solche stellt, so ist wohl zweifellos der Schluss berechtigt, dass hier aus dem Gallertgewebe jene Membranen und Grenzschichten sich entwickelt haben. Ja noch mehr, es scheint mir dann mehr als wahrscheinlich, dass auch bei den Wirbelthieren diese embryonale Form der Bindesubstanz für die elastischen Häute ein bedingendes Moment sei.

Untersuchen wir zunächst die Acephalen und zwar das Vorkommen structurloser Gebilde in den Kiemen der marinen Formen.

Sie treten bei den Arcaceen, Mytilaceen und Ostraceen in zweierlei Formen auf: als structurlose blutführende Kiemengefässe (vollkommen geschlossene Röhren), und als solide solide Stächen. Sehr oft kommen beide nebeneinander vor, ja vielleicht ist das überhaupt die Regel. Die blutführenden Röhren, arterielle und venöse Kapillaren tragen den Character structurloser Schläuche in ganz unzweifelhafter Weise an sich. Obwohl das Gallertgewebe ja an und für sich stark lichtbrechend ist, treten z. B. bei Pinna nobilis und mauricata, Pecten etc. dennoch die dünnen Wände ganz besonders scharf hervor. Sie leuchten als helle Bänder, scharf contourirt, und parallel also von gleicher Dicke aus der Grundsubstanz hervor. Die Dicke der Röhrenwand beträgt ungefähr 1,5 μ., die Weite des Rohres selbst 20 μ. Das sind also verhältnissmässig feine Kanäle. Bei der ebenerwähnten Species liegen 10 – 12 zu beiden Seiten der schmalen Falten, welche wie Coulissen frei von der Kiemenfläche abstehen. Sie lasssen sich von den zu- und abführenden Kiemengefässen aus injiciren, womit also jeder Zweifel ihrer Röhrennatur gehoben ist.

Querschnitte nicht injicirter Kiemen lassen nur in sehr seltenen Fällen diese Röhrennatur erkennen, denn an Weingeistpräparaten klaffen die durchschnittenen Kanäle nicht, wie an Osmiumpräparaten, die Wände liegen vielmehr

aneinander und folglich wird man in all diesen Fällen etwas ganz anderes, nemlich solide Stäbchen vermuthen.

Bei Pinna und Pecten, besonders bei der letzteren Familie kommen in der Kieme auch stärkere Röhren vor. Namentlich ist e i n e in hohem Grade merkwürdig geformt. Sie birgt keinen cylinderischen, sondern einen mäandrisch verschlungenen Kanal; die Wände sind folglich nicht nur an verschiedenen Stellen verschieden dick, sondern ziehen sich überdies an den Rändern in feine Membranen aus, welche zwischen dem Gallertgewebe stecken. Die Dicke dieses Rohres beträgt 70 μ.

Diese dicken Röhren haben nun keine structurlosen Wände mehr im strengen Sinn. Die lichtbrechende Kraft, der Widerstand gegen Säuren und Alkalien sind zwar dieselben wie bei den feinen, aber der Längsaxe parallel findet man bei genauerem Zusehen feine Streifen, und rechtwinklich gehen Fasern ab, die ich als Gallertfibrillen bezeichnen will.

Die feinen Streifen erklären sich bei der Vergleichung anderer Massen verdichteten Gallertgewebes entstanden durch wiederholte Auflagerung neuer Schichten. Bei Mytilus besteht die Kieme bekanntlich aus Fäden; jeder Faden enthält einen Kanal, der, abgesehen von den Endothelien, aus zwei Hälften eines verdichteten Gallertstranges besteht. Isolirt stellt jede Hälfte eine kleine Rinne dar, deren Ränder verdickt sind.

Dieses Gallertgewebe ist nun nicht mehr vollkommen gleichartig, sondern zeigt nach jeder Behandlung äusserst feine Streifen. Von der Fläche gesehen erscheint der nach kurzer Marceration durch Abpinseln von seinem Epithel befreite Kanal auf der Fläche fein linirt, auf dem Querschnitt so als ob die Wände aus mehreren Schichten beständen. Die feinen der Längsaxe parallelen Linien, welche nur an den verdickten Stellen zu finden sind, entsprechen aber nicht

Fasern, sondern sind der Ausdruck der aufeinanderliegenden im Querschnitt deutlich erkennbaren Schichten. Das geht einmal aus dem Vergleich des Längsschnittes mit dem Querschnitt hervor, dann aber daraus, dass es bei keinem Versuche gelingt, Fibrillen abzuspalten. Man konnte noch ferner hervorheben, dass auch der Character der feinen Linien die Annahme von Fibrillen als des Grundelementes ausschliesse. Bei starken Vergrösserungen bestehen nämlich die Linien aus einzelnen hintereinander liegenden Punkten, was mehr auf eine leicht granulirte Zwischensubstanz als auf fibrillären Bau schliessen lässt.

Leider fehlen bis jetzt entwicklungsgeschichtliche Studien über den Aufbau der Kieme, aber nach alledem was die vergleichende Untersuchung lehrt, darf man sich die Entstehung der Gefässröhren sowie der soliden Stäbchen als eine Ausstülpung vorstellen. Am Insertionsrand der Kieme ist der Ausgangspunkt; das zuführende Gefäss vergrössert seine Bahn durch rechtwinklig abgehende Kanäle, die nach bogenförmigen Verlauf wieder in die Nähe des Ausgangspunktes zurückkehren, um das Blut in das abführende Kiemengefäss zu entleeren. In den Fadenkiemen bei Mytilus verhält sich die Anlage genau in dieser Weise Nun besitzt das obengeschilderte verdichtete Gallertgewebe bei dem ganz jungen Thiere nicht dieselbe Dicke und Ausdehnung wie bei dem Erwachsenen, wie die Untersuchung kleiner und grosser Exemplare ergibt. Bei den kleinen sind die das Gefäss einschliessenden Hohlplatten dünner, als bei den grossen. Die Zunahme erfolgt durch allmählige Verdichtung des am äusseren Umfang befindlichen Gallertgewebes und die Hohlplatten bei Mytilus entsprechen also structurlosen Häuten, welche aus mehreren Schichten bestehen, worauf die feinen Linien hinweisen. Instructiv für eine richtige Auffassung dieses verdichteten Gallertgewebes ist auch das Verhalten der Röhren am Insertionsrand der Kieme. Bei ent-

sprechenden Querschnitten wird auf das Bestimmteste erkannt, dass deutliche Züge des Gallertgewebes sich mehr und mehr an die Seitenwände des Gefässes hinwenden und allmählig so die Hohlkehle und ihre Dicke herbeiführen. Die Züge, so erscheinen sie im Querschnitt, zeichnen sich von der Umgebung aus durch ihre lichtbrechende Kraft, durch dieselbe Eigenschaft, die alle structurlosen Membranen characterisirt. Verfolgt man endlich ihren Anfang im Sinus branchialis afferens, der sogn. Kiemenarterie, so schwindet jeder Zweifel an der Richtigkeit meiner Auffassung, denn die sogen. „Arcaden" bestehen weder bei Mytilus noch bei unseren Süsswasserformen aus Arcaden des Stützgerüstes (wie jüngst Posner[1]) wieder hervorgehoben hat, sondern aus Wülsten gewöhnlichen Gallertgewebes, das die Mündungen wallartig einsäumt. Sie machen den Eindruck von Arcaden, aber sie bestehen nicht aus bogenförmigen Uebergängen zweier Kiemenstifte. Diese hören vielmehr im Innern dieser Wülste wie man z. B. auch bei den Unionaceen nach einer Untersuchung der betreffenden Stelle sehen kann, auf.[2])

Eine andere Gattung der Acephalen eignet sich gleichfalls für den Nachweis, dass die sogn. Stäbchen in den

1) Posner, Bau der Najadenkieme. Arch. f. mkr. Anat. Bd. XI

2) Auch das mit Kalk imprägnirte Gallertgewebe der Stäbchen bei Anodonta und Unio geht innerhalb dieser Wülste in gewöhnliches Gallertgewebe über. Wenn Posner angibt, man könne niemals ein Aufblättern sehen, so ist dagegen zu bemerken, dass der allmählige Uebergang der structurlosen verdickten Schichten (marine Formen), und derjenige der verkalkten Stifte (der Süsswasserformen) in gewöhnliehes Gallertgewebe im Innern dieser Wülste stattfindet. Es wurde schon erwähnt, dass die Kiemenstäbchen der Najaden als Streifen des verkalkten Gallertgewebes aufzufassen sind. Die organische Grundlage bleibt nach Behandlung mit Säuren zurück. Bei den Meeresformen habe ich nirgends verkalkte Stäbchen gefunden.

Kiemen aus Röhren bestehen, die aus dem Gallertgewebe hervorgegangen alle Eigenschaften von structurlosen Membranen haben, es ist die Gattung Ostrea.

Sie ist noch ganz besonders zur Untersuchung zu empfehlen, weil neben den röhrenförmigen Stäbchen auch solide vorkommen, die sich gegen das Licht und gegen Reagentien vollkommen gleich verhalten wie structurlose Membranen. Auf 10 feine structurlose Röhren folgt erst ein Paar schmaler, solider Stäbchen, dann ein Paar stärkerer aus structurloser Substanz gebildet.

Durchschnitte der Kieme zeigen, dass sich die Substanz der Stäbchen nicht unterscheidet von den structurlosen Membranen der Stäbchenkanäle. Dieselbe Erscheinung kehrt bei der hohlkehlenartig geformten Leiste wieder, welche in dem Fadenrohr von Mytilus steckt; sie ist nach vorn und hinten verdickt, in der Mitte misst aber ihr Durchmesser kaum 0,5 μ. Verdickungen und Auswüchse gegen das Lumen des Gefässrohres erzeugen aus einem ursprünglich einfachen Kanal jenen mäandrischen Gang, den ich von Pecten oben erwähnt habe.

Alle diese verschiedenen Formen, welche man als Stützgerüste der Kiemen zusammenfasst, sind aus ein und derselben Grundsubstanz geformt, aus dem Gallertgewebe der Acephalen und stellen structurlose Platten, Röhren oder zusammengesetzte Stäbe dar, die in die Kieme eingefügt sind. Bei den Süsswasserformen sind sie überdies verkalkt.

Betrachten wir nunmehr die structurlosen Membranen deren Existenz bei den Acephalen durch die Angaben Flemming's[3])

---

3) Flemming W. Ueber Bindesubstanzen und Gefässwandung bei Mollusken mit 1 Tafel. Rostock 1871, S. 12.

in Frage gestellt wurde, nachdem frühere Beobachter solche angenommen.

Besteht die Bindesubstanz aus Gallertgewebe, dann muss sich, das lässt sich mit aller Bestimmtheit voraussagen, dieselbe Gewebsform auch auf den Grenzschichten der Organe wiederfinden. Und ist sie nur in geringem Grade resistenter als die übrige Masse des Organs, dann wird man schon mit einigem Recht von einer structurlosen Schichte sprechen können. Genügt sie überdies einem grossen Theil jener Anforderungen, die an solche Grenzschichten gestellt werden: Entstehung aus einem Gewebe das structurlos ist per se, Widerstand gegen Säuren und Mangel irgend einer faserigen Beschaffenheit, dann scheint mir die Bezeichnung „structurlos" unanfechtbar. Solche Grenzschichten sind nun bei den Acephalen, wie schon erwähnt, an vielen Stellen ihres Körpers nachzuweisen, so an der Aussen- und Innenfläche des Mantels, an der innersten Lage der Darmwand und der Darmleiste) Najaden) an den Mundtentakeln und an der Oberfläche des Fusses. Von den Najaden sind sie theilweise bekannt, bei den marinen Formen habe ich sie am Mantel namentlich bei Pinna auf das schärfste ausgeprägt gefunden, ebenso am Kiementräger von Pecten Jacob. der sich durch besondere Dicke auszeichnet und zahlreiche lacunäre Blutbahnen enthält. Die Grenzschichten haben eine Dicke von 15—20 μ., erscheinen bei schwachen Vergrösserungen (300/1) ganz von dem Ansehen einer Membrana elastica posterior des Auges, auch bezüglich der scharfen Abgrenzung gegen die anstossenden Schichten. Bei Anwendung von Tauchlinsen schwindet jedoch die letztere, und im Mantel, das am meisten der Untersuchung zugängliche Object, sieht man die tiefen Lagen der Gallertstränge allmählig in jene Grenzschichte übergehen.

Ganz denselben Eindruck haben diese Verhältnisse auf

Flemming gemacht. Er sieht die Grundsubstanz in ein spärlich ausgebreitetes Gewebe von dichterer Fügung unmittelbar übergehen. In dieser Grenzschicht finden sich bei der Betrachtung mit Tauchlinsen allerdings äusserst zarte Streifen, die aber mit fibrillärem Bindegewebe nichts gemein haben, auch nicht von Ausläufern spindelförmiger Zellen herrühren, welche aus der Tiefe aufsteigen und etwa die Streifung verstärken. Die Streifen sind hier ebenso wie bei den Kiemenstäbchen oder Röhren aus Körnerreihen zusammengesetzt, selbst bei ganz frischen Thieren. Dies steht aber nicht im Einklang mit unserer Vorstelllung von Fasern, welche aus Ausläufern der tieferliegenden Zellen sich bis in die Grenzschichte erheben sollten, denn die Ausläufer erscheinen wie starre drehrunde Fasern und haben auch keine entfernte Aehnlichkeit mit den nur schwer erkennbaren Körnchenreihen, die noch dazu nur kurze Strecken sich verfolgen lassen. Ich kann auch hier die Streifen nur für Zeichen der schichtenweisen Zunahme jener starkglänzenden Grenzschichten ansehen, welche in der Jugend des Thieres äusserst dünn, mit dem Alter jedoch umfangreicher werden. Neue Schichten verbinden sich mit den schon vorhandenen, und zwischenliegende mikrospisch feine Lagen einer weniger resistenten also das Licht anders brechenden Substanz werden schon genügen, um jene feine Streifung hervorzubringen.

Von ganz entscheidende Beweiskraft für das Vorkommen structurloser Membranen ist ein weites, seltsam geformtes Gefäss bei Pecten, das jedoch nur durch ein besonderes Verfahren der Untersuchung zugänglich gemacht werden kann. Es ist vor Allem die Injection von Wasser, Alkohol oder Argent. nitric. in den Sinus branch. aff. unerlässlich. Bei Gelegenheit meiner Injectionen mit gefärbten Massen wurde ich zuerst darauf aufmerksam. Hat man durch Pinseln das Epithel entfernt, so präsentirt sich eine zarte, das Licht

stark brechende Haut von 9 μ. Dicke, welcher das Epitheton „structurlos" mit demselben Recht gebührt als irgend einer Membrana elastica posterior.

Ich verkenne nicht, dass durch meine Auffassung der Stäbe, Röhren und Membranen der Begriff „structurlos" sehr weit gedehnt ist, aber es gibt wie mir scheint, keine andere Wahl. Für die Bezeichnung „Knorpel" fehlt sowohl der chemische Nachweis einer leimgebenden Substanz als die übliche Beigabe von Zellen. Abgesehen von dem chemischen Verhalten könnte vielleicht dennoch der Ausdruck Knorpel in Betracht kommen, wenn Bindesubstanzzellen irgend welcher Form aufzufinden wären. Allein die völlige Abwesenheit darf als ein günstiges Zeichen mehr gelten für meine Annahme, dass hier verdichtetes Gallertgewebe vorliegt.

Die früheren Arbeiten über den Bau der Kiemen sind was die Natur dieses Stützgerüstes der Stäbchen und Stifte betrifft, zu einer wesentlich anderen Auffassung gelangt. Langer und v. Hessling urtheilen nur nach der Unterchung der Süsswasserformen, Posner hat auch die Formen des Meeres geprüft.

Langer[4]) nennt „Gegliederte Knorpel-(Chitin-)Stifte" ohne jedoch auf eine genauere Erörterung einzugehen. von Hessling[5]) gibt an, sie beständen bei Unio aus kohlensaurem Kalk, und nach der Behandlung mit Säuren trete ihr blätteriges Gefüge erst recht deutlich hervor, Posner[6]) endlich betrachtet sie, richtig als „lokale Verdickungen des Leistengewebes", huldigt der Annahme einer Metamorphosirung zelliger Elemente und behält den hergebrachten Namen

4) Langer: Das Gefässsystem der Teichmuschel. Denkschriften der Wiener Akademie 1856, math. natw. Cl. XII Bd. II. Abhandl. S. 44,

5) v. Hessling: Die Perlmuscheln und ihre Perlen mit 8 Tafeln. Leipzig 1859, S. 228.

6) Posner C.: a. a. O. S. 26 u. ff.

„Chitinstäbchen" bei, betont jedoch, dass die Kennzeichen hierfür z. Z. mehr negativer Natur sind.

Wenn Posner geneigt ist, „die Stäbchen als lokale Verdickungen des Leistengewebes" aufzufassen, so ist dies ein Boden, auf dem sich unsere Anschauungen begegnen. In der That sie sind nichts anderes, als lokale Verdichtungen des Gallertgewebes. In dem einen Fall stellen sie einfach verdichtete, structurlose Stränge dar, in dem andern haben sie noch dazu Kalk und zwar vorzugsweise kohlensauren Kalk aufgenommen, den sie durch Behandlung mit Säuren unter Aufbrausen verlieren. Dabei verschwindet gleichzeitig auch ein Theil ihres charakteristischen Glanzes, sie werden zu blässeren Strängen, welche nur noch aus der organischen Grundlage bestehen. Die Ablagerung von Kalk in den Kiemenstäbchen der Najaden ist zweiffellos. Um sich davon zu überzeugen, isolirt man am besten eine Anzahl derselben durch Maceration und setzt sie dann der Wirkung der Säure aus. Ich halte also gegen Posner die Angabe aufrecht, dass bei den Unioniden die Stäbchen aus regelmässig geformten Strängen eines verkalkten Gallertgewebes bestehen. Aus kohlensaurem Kalk bestehen sie allerdings nicht ausschliesslich und so hat er die Angaben v. Hessling's wohl zunächst aufgefasst, sie haben auch eine organische Grundlage, und diese ist es, welche mit dem Gallertgewebe sowohl am Insertionsrand als am freien Kiemenrand zusammenhängt. Man kann unter solchen Umständen also mit Fug und Recht von einem verkalkten Gallertgewebe in der Najadenkieme sprechen. Die vergleichende Untersuchung der soliden und röhrenförmigen Stäbchen ergibt ferner, dass im Laufe der phylogenetischen Entwicklung das solide Stäbchen nur aus einer verdickten Stelle des Stäbchenkanals hervorgegangen ist.

Der Stand unserer Kentnisse gestattet noch nicht, die Histiogenesis dieser lokalen Verdichtungen darzulegen, nur

so viel scheint gewiss, dass Zellen sich nicht direkt an ihrem Aufbau betheiligen. Wie auch Posner hervorhebt, lässt sich nirgends eine Zellenspur in dem verdichteten Gewebe auffinden, und ferner wissen wir aus der Entwicklung der structurlosen Häute, dass Zellen dabei keine Rolle spielen. Man ist geneigt, das Stützgerüste der Acephalenkieme, wie auch viele structurlose Membranen der Wirbelthiere als Ausscheidungen aufzufassen. Aber nach den oben mitgetheilten Erfahrungen scheint sich wenigstens bei den niederen Thieren der ganze Vorgang anders zu gestalten. Man findet zwar an dem die Stäbchen jeder Art umgebenden Gallertgewebe Bindesubstanzzellen, welche ja für die Entstehung der Intercellularsubstanz von entscheidender Bedeutung sind, ob sie aber auch dafür verantwortlich gemacht werden können, dass an bestimmten Stellen hier verdichtete dort verkalkte Lager unter ihrer besonderen Leitung entstehen, scheint mir doch sehr fraglich. Unterscheiden sich doch die Zellen in nichts von denen anderer Gebiete des Gallertgewebes, das nicht verdichtet ist. Und bliebe nicht durch eine solche Annahme der ganze Prozess ebenso dunkel? Wäre es nicht möglich, dass die Grundsubstanz aus uns ebenso unbekannten Gründen sich verdichtet. Angesichts der vielen Fasern, die ich im Gallertgewebe der Mollusken abseits von Zellen, unabhängig, verlaufen sehe, halte ich die letztere Deutung für vollkommen berechtigt. Die Untersuchung des Kopfknorpels der Cephalopoden und des Gallertgewebes der marinen Formen der Acephalen gibt zahlreiche Belege, dass Fasern unabhängig von Zellen in der Grundsubstanz auftauchen. Der Kopfknorpel der Sepien ist vielleicht ein Unicum, weil jeder Zweifel ausgeschlossen bleibt, als ob vielleicht die Fasern mit Zellen in Zusammenhang stehen könnten. Sie kreuzen nemlich im rechten Winkel die sog. Zellenausläufer. Nicht minder zweifellos ist die Sachlage im Kiemengewebe von Pinna. Die Fasern, welche histiologisch

als elastische Fasern feinster Art aufgefasst werden müssen, sind unabhängig von Zellen entstanden, hängen nie mit solchen zusammen, sind Verdichtungen der Grundsubstanz Ausscheidungen derselben wenn man sie so nennen will. Drängt sich nun nicht, wenn man diese Entstehung vor Augen hat, die Ueberzeugung auf, dass von der Verdichtung der Grundsubstanz zu einer Faser, bis zur Entstehung von Stäbchen, Stiften, Platten und Membranen ein allmähliger Uebergang hinüberleite? Wenn Verdichtungen innerhalb der Grundsubstanz nachweisbar ohne die directe Hilfe der Zellen auftauchen und im Kopfknorpel der Sepien und bei Pinna haben wir Beweise, dann stehen wir doch vor einer molecularen Umwandlung der Grundsubstanz, dann liegt hier ein physiologischer Act der Intencellularsubstanz vor uns, dann sind die Zellen wohl eine entfernte, aber nicht die nächste Bedingung für die Entstehung der Fasern. Ich beabsichtige damit nicht die alte Lehre von den „Zellenausscheidungen aufzuheben, aber das scheint mir allerdings dringend nothwendig, ihre allgemeine Giltigkeit zu beschränken und zu sagen: es gibt structurlose Membranen entstanden durch Verdichtung der structurlosen Grundsubstanz.[7])

Zu den letzteren gehören zweifellos die structurlosen Schichten, welche von der Oberfläche verschiedener Organe bei den Najaden erwähnt wurden. Sie gehen aus einer dichteren Fügung des Gallertgewebes hervor. In der Tiefe umspannen die Gallertbalken Lacunen, an den Grenzflächen fliessen sie ineinander und bilden eine structurlose Schichte,

---

7) Ob bei den Wirbelthieren durch Zellenausscheidungen irgendwo structurlose Membranen entstehen, scheint mir fraglich Zellauscheidungen ohne den Charakter structurloser Membranen gibt es zwar bei den Wirbelthieren wenn auch wenige (Schmelzprismen); zahlreicher sind sie bei den Wirbellosen: der Panzer der Insekten und Crustaceen, die Schalen der Mollusken etc.

welche von einem Zellenlager bedeckt ist. Angesichts der hier nachweisbaren Umgestaltung des Gallertgewebes dürfte wohl Niemand geneigt sein, diese structurlose Haut als ein Product des Zellenbeleges aufzufassen. Dieselbe Erklärung erscheint auch als die einzig naturgemässe für die Entstehung der structurlosen Röhren und Stäbe, welche das Kiemengerüst ausmachen. Mit ihrer Annahme wird gleichzeitig verständlich, wie die structurlosen Membranen allerwärts einem Epithel oder nach Umständen einem Endothelbeleg als sichere Grundlage dienen können. Bei unseren hier beleuchteten niederen Thieren befinden sich beide Zellenformen auf dem natürlichen Boden, direct auf der Grundsubstanz des Gewebes. Betrachtet man z. B. das Stützgerüste von Mytilus als eine Chitinbildung, dann hat ein Endothelbeleg in der Röhre etwas fremdes, unerklärliches und bliebe für immer räthselhaft; aber bei meiner Auffassung der structurlosen Membranen und der structurlosen Röhren als verdichtetes Gallertgewebe ruhen die Zellen auf ihrem von Afanng an natürlichen Boden, der structurlosen Bindesubstanz.

Die Consequenzen dieser Auffassung für die Mehrzahl der structurlosen Häute bei den Wirbelthieren liegen nahe.

Um mit der schon erwähnten Membrana elastica posterior der Cornea zu beginnen, so halte ich sie für verdichtetes Gallertgewebe, für einen zurückgebliebenen und durch Wachsthum vergrösserten Theil der embryonalen homogenen Bindesubstanz.

Für eine solche Deutung sprechen alle Untersuchungen über die Beschaffenheit der Descemetiana. Bei Kalbsembryonen von 8 Ctm. Länge, bei menschlichen Embryonen aus dem 2. und 3. Monat findet sie sich nach Donders[8]) schon mit demselben structurlosen Aussehen, wie beim aus-

---

8) Ich citire nach Rollett Al. Ueber die Hornhaut. Stricker's Hanbbuch S. 1130.

gewachsenen Thier, nur ist sie dünner. Auf dem Durchschnitt zeigt sie das bekannte stark lichtbrechende Vermögen wodurch sie sich scharf von dem eigentlichen Hornhautgewebe abhebt. Im frischen Zustande zeigt sie keine mikrosk. erkennbare Structur, nur manchmal nimmt man an Bruchflächen eine der Oberfläche parallele undeutliche und unterbrochene Streifung wahr. Am Rande, an dem von Waldeyer[9]) „Iriswinkel" genannten Raum zwischen Iris und Sklero-Cornea fasert sie sich auf, und hilft ein Balkenwerk bilden, dessen Fasern, namentlich die direct von ihrer Zerfaserung herrührenden, bekanntlich Säuren widerstehen und mit Bindegewebsbündeln nichts gemein haben. Ich habe diese Erscheinung namentlich an dem Auge der Katze beobachtet, die dafür ganz besonders geeignet ist.

In demselben Organe findet sich noch an einer anderen Stelle Gallertgewebe, aber in verschiedenen Graden von Dichtigkeit, ich meine die Suprachorioidea und das Stützgerüste der Retina. In dem ersteren Fall weich mit pigmentlosen und pigmentirten Rundzellen und Sternzellen, ferner mit faserartigen Verdichtungen durchsetzt, gleicht es in hohem Grade einer Form des Gallertgewebes, wie ich sie bei Gastropoden und speciell bei Aplysia gefunden habe. Die Suprachorioides ist gleichzeitig ein eminentes Gebiet um zu zeigen, dass die Entstehung der Fasern von den Zellen völlig unabhängig ist, dass sie als Producte der Intercellularsubstanz aufgefasst werden müssen.[10])
Gallertgewebe bildet auch die Grundlage der Chorioidea und

---

9) Ich führe als Gewährsmann Waldeyer an, Artikel Sklera in Graeffe u. Saemisch Handbch. d. ges. Augenheilkunde Bd. I, S. 226.

10) Sieh darüber die betreffende Erklärung Henle's in seinem Handbuch der system. Anatomie des Menschen, Eingeweidelehre. Braunschweig 1866, S. 617, Anmerkung.

verdichtet sich nach innen zu der sogn. Balsamenbran, ebenso, wie sie sich auf der Oberfläche des Glaskörpers zur Hyaloidea verdichtet. Das Stützgewebe der Retina mit seinen Fenstern und breiten, dreieckigen Fasern ist eine andere Form des Gallertgewebes, das also im Auge des Menschen und der Thiere eine bedeutende Rolle spielt.

Aber nicht allein in dem Auge erfüllt es so grosse Aufgaben, im ganzen übrigen Körper ist es an dem Aufbau der Organe betheiligt.

Im Gehirn sind die Bündel der Arachnoidea einzeln oder mehrere zusammen von hellen structurlosen Scheiden des Gallertgewebes umhüllt. Auf der durch das Wachsthum vermehrten und verdichteten Grundsubstanz sitzen die Reste der Embryonalzellen: Kern und Protoplasma (von letzterem manchmal nur Spuren). Oft löst sich das Gallertgewebe in Form von Häutchen oder Platten ab. Sitzen Zellen darauf so stellen sie die sog. Häutchenzellen der Autoren dar. Es bedingt ferner die bekannten Einschnürungen nach Anwendung von Säuren. Dasselbe umhüllende Gallertgewebe findet sich freilich in geringerer Menge auch zwischen den Bündeln der Arachnoides, zwischen dem geformten Bindegewebe der Haut, den fibrösen und serösen Membranen, findet sich in den Bändern, es stellt ferner die Kittsubstanz zwischen den Fibrillen dar, deren Lösung durch Kalkwasser Rollett gelehrt hat, Es ist hier das eigentlich bindende Element des sog. Bindegewebes.

Das embryonale Gallertgewebe persistirt, verdichtet als Bindesubstanz in den Drüsen. Am häufigsten beobachtet tritt es dort unter der Form der structurlosen Drüsenmembranen auf. Ihre Hohlfläche, der eigentliche Drüsenkanal wird dann durch Zellen überkleidet, die während des ganzen Lebens auf embryonaler Grundlage ruhen.

Diese structurlosen Häute bergen ebensowenig, wie die

Descemetiana zellige Elemente, diese sitzen tiefer zwischen den Kanälchen. In der jüngsten Zeit ist die Betheiligung des Gallertgewebes an einem drüsigen Organ mit besonderer Schärfe abgebildet worden, nemlich im Hoden von v. Michalkovics[11]). Zwischen ächten Bindegewebsbündeln sitzen die Reste der embryonalen Zellen, die fixen Bindegewebszellen, die Bindegewebskörperchen. Sie werden von v.-M. hier als Endothelzellen aufgefasst, und den sog. Häutchenzellen endotheloider Character beigelegt, wozu bei meiner Deutung und nach meinen Erfahrungen über die Lymphbahnen kein Grund vorliegt. Man hat es zwischen den Hodenkanälen zumeist mit Lymphlacunem zu thun, nicht mit Lymphgefässen, nur die letzteren besitzen aber Endothel, die Ersteren nie. Ich betone übrigens, dass v. Mihalkovics diese sog. Endothelien „von etwas anderer Natur findet als in den Gefässen"![12])

Das Gallertgewebe existirt ferner bei dem Erwachsenen fort zwischen dem fibrillaren Bindegewebe der Schleimhäute und zwar überall da, wo sich die sogenannte cytogene Bindesubstanz (Kölliker) hat nachweisen lassen; diese ist Gallertgewebe auf einer specifischen von dem gewöhnlichen Bindegewebe verschiedenen Entwicklungsstufe. Am klarsten tritt diese Form des Gallertgewebes auf in den Lymphdrüsen und in der Milz als Reticulum. Bei Lymphdrüsen jugendlicher Thiere sind die Bindegewebskörper auf den Fasern des Netzes sehr zahlreich, bei erwachsenen Thieren ist ein grosser Theil verschwunden. Die Fasern der cytogenen Substanz (Reticulum, zuerst von Billroth nachgewiesen), hat zwar nicht die grosse Widerstands-

---

11) v. Milchalkovics. Beiträge zur Anat. und Hist. des Hodens. Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig mitgeth. v. C. Ludwig 1874 mit 3 Tafeln. Fig 8, Tafel III. und S. 1 (217).

12) v. Michalkovics a. a. O., S. 30.

fähigkeit gegen Säuren, wie die feinen Häutchen an der Arachnoides u. s. w. aber grösser ist sie als die der gewöhnlichen Fibrillen[13]). Ihre Insertion an den Blutkapillaren gleicht jener der Gallertfibrillen, die ich bei den Lamellibranchiern unter denselben Umständen ebenfalls an Kapillaren gefunden habe.

Ob nicht auch die Neuroglia des Centralnervensystems unter diese Gewebsgruppe gehört, müssen weitere Untersuchungen lehren; schon jetzt aber scheinen viele Gründe dafür zu sprechen, sie als ein modificirtes Gallertgewebe aufzufassen. Das Gallertgewebe tritt ferner in reifen Körper auf, verdichtet und vermehrt als feinste elastische Fasern, als elastische Bänder: Ligg. flava, Lig. nuchae, gewisse Bänder des Kehlkopfes, ferner als elastische Netze und gefensterte Häute in den Arterien.

Für meine Auffassung des elastischen Gewebes und seiner Entstehung aus embryonalen Gallertgewebe mit specifischer Weiterentwickelung in der Richtung der elastischen Substanzen spricht einmal die schon oben erwähnte und von vielen Seiten klar ausgesprochene Thatsache, dass die elastischen Fasern in dem embryonalen Gallertgewebe ohne Betheiligung der Zellen entstehen. So ist es bei den Wirbellosen, so bei den Wirbelthieren. Ferner spricht dafür der Umstand, dass von der Entstehung feiner elastischer Fasern bis zu derjenigen starker Fasern und Faserbündel eine Reihe von Uebergängen leitet. Wenn die Entwicklungsart der Einen zugegeben wird, hat auch die der Uebrigen nur etwas graduell nicht etwas prinzipiell verschiedenes an sich.

Man hat bisher nur allzusehr das fibrilläre Bindegewebe im Auge gehabt und seine Entstehung aus Zellen urgirt. Wenn nun auf der einen Seite die vergleichend histiologischen Untersuchungen, und ich werde dies nament-

---

13) Rollett a. a. O., S. 49.

lich durch die Mittheilung meiner Erfahrungen bei den Mollusken darthun, auf das entschiedenste gegen eine directe Betheiligung der Zellen an dem Aufbau der Fasern sprechen, und andererseits die Entdeckungen über die Beschaffenheit der Häutchenzellen auch bei den Wirbelthieren die jetzt herrschende Theorie von der Entstehung der Fibrillen durch das Zellprotoplasma geradezu unmöglich machen, so fällt ein Theil der das embryonale Gallertgewebe umbildenden Vorgänge in das Bereich der Intercellularsubstanz, dann ist sie die sich ändernde, chemisch und physikalisch durch den Wachsthumsprozess sich umgestaltende Substanz, nicht die Zellen

Diese bleiben mit nicht allzu grossen Unterschieden dieselben; nur dann bekommen sie ein etwas auffallendes Ansehen, wenn sie Pigment aufnehmen; sonst ist das „Bindegewebskörperchen" sich aller Orten ziemlich gleich, besteht wie es M. Schultze beschrieb, aus Kern um den sich körniges Protoplasma in grösserer oder geringerer Menge findet. Die complicirte Platte, welche Ranvier als „cellule plate" zum erstenmal ausführlich beschrieben hat, gehört nicht zum Bindegewebskörperchen als solchem, sondern ist ein Theil des Gallertgewebes, auf dem die Zellen in der Regel, nicht immer sitzen. Es gibt eine Menge Stellen in den Mittheilungen der Autoren und in dem ausgezeichneten Atlas von Axel Rey und Gustav Retzius,[14]) an denen das Gallertgewebe als umhüllendes Häutchen oder als ausfüllende Schichte in den Maschen der Bindegewebsbalken sitzt, ohne Kern und Protoplasma; was soll aber das Häutchen ohne die elementaren Theile des Bindegewebskörperchens? Das ist nur einer jener Gründe, welche die Platte in ein anderes Gebiet verweisen als das einer Zelle.

Wollte man dem Häutchen diese hohe Stellung be-

---

14) Axel Rey und Gustav Retzius Studien über das Bindegewebe und das Nervensystem. Stockolm 1875, 38 Tafeln folio.

lassen, die ihm zumeist eingeräumt wird, so müsste man zwei verschiedene Bindegewebszellen constatiren, solche mit Platte und solche ohne Platte. Die vergleichende Histiologie gibt uns aber hierfür keinen Anhaltspunkt. Bei den Mollusken kommen nur Rund- und Spindelzellen nebeneinander vor, und die Uebergänge sind leicht zu verfolgen; aber auch die Erfahrungen bei den Wirbelthieren berechtigen uns nicht zu einer anderen Unterscheidung. Rundzellen und Spindelzellen finden sich in gleicher Weise im Embryonalzustand, wie noch später bei dem erwachsenen bewirbelten Wesen, wenn man von dem aus dem Gallertgewebe hervorgegangenen Anhange absieht. Ferner ist es für die Dauer unmöglich, die Deutung dieser Platten als einer Art von Membran länger zurückzuhalten. Ursprünglich existiren diese Platten doch nicht, sie treten später auf und es fehlt nicht an Beispielen, dass Kern und Protoplasma von diesen Platten umschlossen sind, in ihnen liegen. Dann wären diese Platten senile Veränderungen, was wieder nicht stimmte mit der physiologischen Rolle der Bindegewebszellen. Ja noch mehr, sind diese Platten ein Bestandtheil des Zellkörpers, dann hat mit Recht Loewe schon eine der äussersten Consequenzen dieser Lehre gezogen, wenn er verkündet, der Typus des Bindegewebes ist nicht durch die Faser, sondern durch die Membran gebildet, und alles Bindegewebe besteht aus Membranen, denn in der That, dann wird das „Häutchen" vor Allem in die Wagschale fallen und zwar um so mehr, wenn den Zellen noch endotheloider Character zugeschrieben wird. Das Typische am fibrillären Bindegewebe wird aber stets die Fibrille bleiben, weil sie als die Zwischensubstanz dem Gewebe den Charakter aufdrückt und nicht die Zelle. So hat das Gallertgewebe seine Bezeichnung erhalten von der Form der Zwischensubstanz nicht aber von der Zelle, und so der Knochen und so der Knorpel.

Wenn ich oben bemerkte: die neuen Entdeckungen über die Platte an den Bindegewebszellen müssten unsere Anschauungen bezüglich der Entstehung der Fibrillen in eine von der herrschenden Lehre verschiedenen Richtung treiben, so leitete mich, abgesehen von den vergleichend histiologischen Gründen, besonders noch folgende Erwägung: Wenn das Protoplasma der embryonalen Zelle sich zu einem von den leimgebenden Fibrillen vollkommen verschiedenen, zu einem structurlosen, den Säuren widerstehenden Häutchen umwandelt, ist doch nicht gleichzeitig auch die Umwandlung in Bindegewebsfibrillen denkbar. Die Entstehung der leimgebenden Fibrillen aus dem Zellprotoplasma im Sinne der M. Schultze'schen Theorie wird durch die Entdeckung der Häutchen ausgeschlossen, und es tritt die Lehre von Henle, Virchow und Donders wieder in ihr altes Recht ein, welche die Entstehung der Bindegewebsfibrillen in die Zwischensubstanz verlegt. Für sie ist übrigens auch neuestens ein Name von gutem Klang eingetreten. Rollett[15]) spricht geradezu aus, „eine Entwickelung in der Weise, dass die Fibrillen durch Auswachsen von Zellfortsätzen entstehen, muss in Abrede gestellt werden." (S. 66.) „Es kann also nur das mit Sicherheit festgestellt werden, dass die Fibrillen auf Kosten einer grösseren zusammenhängenden Masse durch eine Art von Prägung[16]) entstehen." (S. 67.)

Was Rollett für die Bindegewebsfibrillen auf's Neue betont, hat gleiche Geltung für die elastischen Fasern. Sie

---

15) Rollett. Von den Bindesubstanzen in Steickens Handbuch S. 63. u. ff.

16) Ich habe schon oben auf eine gewichtige Stimme hingewiesen, welche für die von Zellen unabhängige Entstehung der elastischen Fasern eingetreten ist, auf Henle, dessen Angaben noch weiter unterstützt werden von Reichert (Müllers Arch. 1852 pag. 94) und H. Müller, Würzburger, Verhandl. Bd. X., p. 132.

entstehen aus der homonegen Substanz, H. Müller, Henle, Reichert, Kölliker, Leydig, Frey u. A., aus dem Gallertgewebe, welche nicht nur im Netz (Rollett), nein allerwärts der Bildung von leimgebenden Fibrillen und elastischen Fasern und Membranen vorausgeht. Diese homogene Substanz ensteht durch die Betheiligung der Zellen auf uns noch unbekannte Art, aber sie ist kein umgewandelter Zellenleib, und die Veränderungen, die sie erfährt, sind als physiologische Vorgänge in der Intercellularsubstanz aufzufassen, nicht als Metamorphosen des Zellenprotoplasmas.

Die im Wirbelthierkörper vorkommenden Bindegewebsformen gliedern sich von der frühesten Periode an in zwei grosse Gruppen. Die eine entwickelt aus der ursprünglich gleichen Anlage, aus dem mit Zellen durchsetzten Gallertgewebe elastische Substanzen, die andere Leimgebende. Aus demselben gleichartigen Lager entstehen:

I. Gewebselemente oder zusammenhängende Gewebe mit elastischer[17]) Beschaffenheit.

a. mit deutlich ausgesprochenen Eigenschaften.
1. Feinste elastische Fasern.
2. Elastische Bänder und Netze.
3. Elastischer Knorpel.
4. Structurlose Membranen.
5. Kittsubstanz des fibrillären Bindegewebes.
6. Häutchen, Platten und die umspinnenden Membranen.

b. mit mehr negativen Eigenschaften, keinen Leim enthaltend.
1. Glaskörper.
2. Suprachorioides.
3. Neuroglia.
4. Reticulum, cytogenes Gewebe (Kolliker) adenoides (His).

---

17) Unter elastischen Eigenschaften soll hier nur der Gegensatz zum fibrillären leimgebenden Gewebe hervorgehoben werden.

II. Gewebselemente oder zusammenhängende Gewebe mit leimgebender Beschaffenheit.

1. Fibrilläres Bindegewebe, lockeres und geformtes: Haut, Fascien, Sehnen, Bänder etc.
2. Leimgebender Knorpel.
3. Knochen.
4. Cement und Zahnbein.

Diese kurze Uebersicht dürfte genügen, um zu zeigen, wie die aus der embryonalen Bindesubstanz entwickelten Formen als elastische Substanzen und als Leimgebende nach ihrer chemischen Beschaffenheit sich trennen. Diese auffallenden Unterschiede müssen in der histiologischen Stellung der Gewebe ihren Ausdruck finden. Ein Knorpel mit elastischer Grundlage gehört zu derselben Gruppe von Bindesubstanzen, zu der die elastische Faser gestellt werden muss. Das Ueberraschende einer solchen Neuerung verliert sich, wenn man erwägt, dass elastische Knorpel i. e. solche, welche keinen Leim geben oder nur sehr wenig, auch ausser der Wirbelthierklasse sich finden. Der Kopfknorpel der Cephalopoden bleibt nach $^3/_4$ stündigem Kochen im Papin'schen Digestor bei vier Atmosphären ungelöst,[18]) er wurde zerreiblich, aber unter dem Mikroskop zeigte er noch Knorpelkörperchen und structurlose Grundsubstanz. Er gehört also zu den elastischen Substanzen, ist elastischer kein leimgebender Knorpel.

Ich werde auf einige Einzelheiten weiter unten eingehen und stelle hier die Bindesubstanzen der Wirbellosen und Wirbelthiere vergleichend nebeneinander. Es ergibt sich zunächst, dass das Gallertgewebe nicht allein ontogenetisch, sondern auch phylogenetisch der gemeinsame Boden ist, auf dem die verschiedenen Formen der Bindesubstanzen sich aufbauen.

---

18) Schlossberger J. E. Die Chemie der Gewebe Band. 1, 1856, S. 13.

Bei den Wirbellosen bleibt entweder das Gallertgewebe als solches erhalten, oder es verdichtet sich mit elastischer Beschaffenheit, so entstehen:

1. Gallertfibrillen.
2. Gallertbalken und Gallertnetze.
3. Structurlose Röhren, Stäbe etc.
4. Structurlose Membranen.
5. Gallertknorpel oder Elastischer Knorpel.
6. Gallertknochen i. e. Aufnahme von kohlensauren Kalk in das Gallertgewebe.

Bei den Wirbelthieren verändert sich das Gallertgewebe nach zwei chemisch und morphologisch verschiedenen Richtungen; es wandelt sich um in elastische Substanz wie bei den Wirbellosen und gleichzeitig in leimgebende Substanz, welche mit den bekannten Eigenschaften wohl nur den Wirbelthieren eigen ist.

Aus dem embryonalen Gallertgewebe entstehen:

bei den Wirbellosen:	bei den Wirbelthieren:
Gallertfibrillen.	Elastische Fasern.
Gallertbalken und -netze.	Elastische Bänder und Netze.
Structurlose Membranen.	Structurlose Membranen.
Gallertknorpel.	Elastischer Knorpel.
Gallertknochen (Kiemenstäbe der Unionaceen).	Gallertknochen (Otolithen).
———	———
Bindegewebsfibrillen. (wohl nur bei den Cephalopoden.)	Bindegewebsfibrillen.
	Bindegewebsmassen (Sehnen, Bänder etc.)
	Leimgebender Knorpel.
	Leimgebender Knochen.

Bei den Wirbelthieren ist das typische Element des Bindegewebes die leimgebende Fibrille, bei den Wirbellosen der Gallertstrang mit elastischer Beschaffenheit.

Kommt es bei den Wirbellosen zur Aufnahme von Kalksalzen in die Grundsubstanz, dann bestehen sie vorzugsweise aus Verbindungen von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia.[19]) Bei den Wirbelthieren sind die kohlensauren Erden nur vorübergehende Bestandtheile, nur während einer kurzen Entwickelungsphase herrschen sie, um sehr bald den phosphorsauren Erden für immer den Platz zu räumen.

Aus der ursprünglich gleichen Anlage dem Gallertgewebe entstehen bei den Wirbellosen meist Gewebe aus einer nicht leimgebenden Substanz geformt, bei den Wirbelthieren entstehen Gewebe oder Gewebselemente, welche verschiedene chemische Substanzen repräsentiren d. h. zu dem Gallertgewebe und seinen Modificationen kommt noch das leimgebende Gewebe hinzu mit seinen Abarten.

Bei den Wirbelthieren tritt das Gallertgewebe mit seinen Abarten zurück gegen die colossale Entwicklung der leimgebenden Substanzen. Dennoch spielt das erstere eine fundamentale Rolle (z. B. als elastisches Gewebe).

Die Reihe von bedeutenden Entdeckungen über die Häutchenzelle und über die Kittsubstanzen, und der Nachweiss feiner Membranen als Begleiter der Bindgewebsbündel lehren einen wichtigen bisher kaum berücksichtigten Faktor in der Zusammensetzung der Bindesubstanzen im reifen Organismus kennen, nemlich das Gallertgewebe und seine verschiedenen

---

19) Schlossberger a. a. O. „Die kohlensauren Erden, welche wir bei den wirbellosen Thieren oft in solch enormer Menge in bindegewebigen Theilen abgelagert finden, sind wohl immer Phosphate beigemengt. Aber die kohlensauren Verbindungen überwiegen namentlich als kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia und überdies begegnet man den Mangel einer knorpeligen, einer Glutin liefernden Grundlage. Dadurch unterscheiden sich diese Hartgebilde wesentlich von dem Knochen der Wirbelthiere. Niemals ist das Hartgebilde auch in denjenigen Fällen nicht, wo die kohlensauren Salze in das Bindegewebe eingelagert sind, leimgebend."

Entwicklungsformen. Ich betone im reifen Organismus; dass das Gallertgewebe in der embryonalen Periode der Bindesubstanzen eine hervorragende Rolle spielt, ist ja niemals verkannt worden. Nur in der jüngsten Zeit tritt als eine nothwendige Consequenz der M. Schultze'schen Bindegewebstheorie das Bestreben hervor, die Existenz einer structurlosen Grundsubstanz zu läugnen, oder sie als einen Theil des Zellprotoplasmas oder für eine seröse Flüssigkeit zu erklären. Nachdem, was weiter oben über die Bildung der elastischen Fasern bemerkt wurde, scheint mir ein kurzer Rückblick auf die betreffenden Angaben früherer Beobachter von doppeltem Interesse, weil die Cardinalfrage, ob bei der Entstehung elastischer oder leimgebender Fasern eine structurlose Grundsubstanz vorausgeht, noch immer nicht endgiltig beantwortet ist. Diese betreffenden Angaben folgen zunächst ohne irgend welchen Commentar.

„Die Grundsubstanz des fötalen Bindegewebes verdichtet sich bei weiterer histiologischer Entwicklung stellenweise zu Fasern, während ein anderer Theil der Grundsubstanz, desgleichen auch die Zellen selbst daran sich nicht betheiligen.“ (Reichert[20]).

„Ein allgemeiner wichtiger Charakter des gewöhnlichen Bindegewebes, der recht gewürdigt zum Ausgleichen einiger Streitfragen dienen könnte, äussert sich darin, dass die Intercellularmasse eine eigenthümliche Härtung und Verdichtung erfährt, entweder blos an den Grenzschichten oder wohl auch in Streifen mitten durch das Ganze. Bezieht sich die Härtung blos auf die Grenzlagen, so entstehen dadurch die Membranae propriae. Verdichtet sich hingegen die Grundsubstanz in netzförmigen Zügen, so entstehen die elastischen Fasern und Platten. Aber auch von den sog. Spiralfasern lässt sich nachweisen, dass sie (obschon Kunst-

---

20) Reichert: Müllers Archiv Jahresbericht f. 1852 S. 95.

produkte) aus den elastisch verdickten Grenzsäumen der sog. Bindegewebsbündel hervorgehen. Mit dem elastischen Gewebe verwandt sind auch die Fasern der Zonula Zinii und des Lig. ciliare bei Fischen." (Leydig.[21])

Mit Bezug auf die Entwicklung der elastischen Fasern erklärt ein anderer bekannter Histiologe: Durch die Arbeiten von H. Müller, Henle und Reichert, die zuletzt durch meine eigenen Untersuchungen einen vollständigen Abschluss erhielten, wurde gezeigt, dass die elastischen Fasern nicht aus Bindegewebskörperchen hervorgehen, sondern selbständig in der Zwischensubstanz sich bilden, ein Nachweis, der mit Bezug auf die allgemeine Frage der Verwandtschaft der verschiedenen Gewebe der Bindesubstanz nur erwünscht sein konnte, indem es nun möglich wurde, den Netzknorpel und das elastische Gewebe einander ganz an die Seite zu stellen. (Kölliker[22]). In den letzten Jahren hat ein anderer Beobachter (Rabl Rückhard[23]) die Entstehung der Fasern im Netzknorpel ebenfalls für ein Produkt der Intercellularsubstanz erklärt u. s. w. So liesse sich ein ganzes Buch mit Citaten füllen, welche für diese Auffassung sprechen, und den Gegnern würde es für die ihrige kaum an weniger Material fehlen. Für die Lösung dieser Fragen ist es also wohl nothwendig, abgesehen von den Zellen die Aufmerksamkeit auch auf die Intercellularsubstanz zu richten. Man muss constatiren ob sie überhaupt vorhanden, und wenn ja, in welcher Form, und eine weitere Frage ist dann ihr Verhalten zu den Fasern. Boll, der entschiedenste Verfechter der M. Schultze'schen Bindegewebs-

---

21) Leydig Fr.: Histiologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a./M. 1857. S. 27.

22) Kölliker: Handb. d. Gewebelehre. 5. Aufl. 1867. S. 57 u. 78.

23) Rabl Rückhard: Müllers Archiv 1863. S. 41.

theorie erklärt[24]) alles für Zellenleib, was zwischen den Embryonalzellen liegt, und wo diese Erklärung nicht ausreicht, da ist es stets ein mehr oder minder reichlicher Erguss einer serösen mucinhaltigen Flüssigkeit zwischen die Embryonalzellen, welche dieselben auseinanderdrängt, und den Anschein einer homogenen Intercellularsubstanz vorspiegeln kann. Rolett[25]) hat schon gegen eine solche Deutung protestirt und ausdrücklich betont, dass in dem Omentum majus vor dem Auftreten der Fibrillen eine hyaline Substanz zwischen den Protoplasmakörpern vorhanden sei und in ersterer werden die Fibrillen zuerst getroffen.

Ich bin bei meinen Untersuchungen niederer Thiere auf Gewebe gestossen, welche mir entscheidende Beweise zu geben scheinen für die Richtigkeit der alten Bindegewebstheorie von Henle, Virchow und Donders und als ich nach langen Zweifeln auf diesem Standpunkt angelangt war, überraschte mich jener oben angeführte Passus von Leydig, der schon vor 20 Jahren das Gallertgewebe empfohlen hat als ganz besonders geeignet für die Entscheidung der uns hier interessirenden Streitfragen. Ich war aber auch befriedigt, dieselben Anschauungen über die Entstehung der elastischen Fasern, der structurlosen Membranen etc. bei ihm auf Grund desselben Untersuchungsobjectes ausgesprochen zu sehen. Denn sie sind zweifellos eine werthvolle Stütze meiner Erfahrungen. Von zwei verschiedenen Gesichtspunkten sind wir beide zu derselben Auffassung geführt worden, Leydig, als er die elastischen Gewebe zu definiren suchte, ich, dem es zunächst darum zu thun

---

24) Boll Frz.: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VIII. S. 61.

25) Rollet A.: Ueber die Entwicklung des fibrillären Bindegewebes. Untersuchungen aus dem Institut für Physiologie u. Histologie zu Graz. 3. Heft. S. 257—265.

war, die lacunären Bahnen bei den Mollusken zu studiren, und ihre Stellung zu den Gefässen und der Bindesubstanz zu erkennen.

Als ich oben die Entstehung der elastischen Fasern aus der Intercellularsubstanz hervorgehoben habe, unterliess ich es absichtlich, gegentheilige Beobachtungen anzuführen. Dieser Pflicht will ich jetzt bezüglich der neuesten Arbeit über diesen Gegenstand genüge thun. Den bestimmten Angaben von Reichert und Henle, Müller, Kölliker und Rabl Rückhard stehen die von O. Hertwig[26]) gegenüber, der den Netzknorpel vorgenommen hat im Anschluss an eine von Prof. M. Schultze ihm mitgetheilte Reihe von Beobachtungen. Die uns zunächst interessirende Frage nach dem Verhältniss der entstehenden Fasern zu den Zellen des embryonalen Knorpels beantwortet Hertwig dahin, dass seine Beobachtungen die bisher verbreitete Ansicht von einer Umwandlung der zuerst gebildeten homogenen Grundsubstanz keineswegs stützten.

Dieses Resultat wird jeden Leser dieser eingehenden Untersuchung überraschen, namentlich dann wenn er noch die vortrefflichen Abbildungen vergleicht, in denen nirgends Belege zu finden sind, dass das Zellprotoplasma in Fasern übergeht, wohl aber solche für die Umwandlung der Grundsubstanz. „Die Fasern liegen dem Protoplasma nur dicht an", oder „die Zelle wird von ihnen wie von einem Korb umschlossen", „die elastischen Fasern treiben ferner seitliche Aeste" u. s. w. wie ausdrücklich der Autor hervorhebt, die Zellen bleiben also bei der Entstehung der Aeste gänzlich aus dem Spiel. Niemand zweifelt, dass „die formative Thätigkeit des Protoplasmas" auf die Entstehung

26) Hertwig O.: Ueber die Entwicklung und den Bau des elastischen Gewebes im Netzknorpel. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. IX. 1873. S. 80. Taf. VII.

der Zwischensubstanz mit ihrem elastischen Netzwerk von Einfluss ist, aber eine direkte Betheiligung der Zellen an der Bildung der Fasern lässt sich an diesem Object nirgends erkennen. Ich will nicht von dem Ohrknorpel menschlicher Embryonen sprechen, bei dem die Lage der Dinge durch die Häufung der Elemente ausserordentlich erschwert ist, bei den Cephalopoden wird im Kopfknorpel selbst der eifrigste Anhänger der M. Schultze'schen Theorie nie etwas der Art sehen können, vorausgesetzt, dass es möglich ist, sich über den Unterschied von Zellenausläufern und Fasern der Intercellularsubstanz zu einigen. Der Kopfknorpel der Cephalopoden dünkt mich ein ganz vorzügliches Präparat für eine Besprechung solcher Vorfragen. Hensen[27]) hat ihn bereits histiologisch genauer untersucht, Boll[28]) hat vortreffliche Abbildungen der „Zellen" gegeben, und ich kann um so mehr auf detaillirte Angaben hier verzichten, als ich solche in einer längeren Abhandlung mittheile die in Bälde in dem Archiv für mikroskopische Anatomie erscheinen wird. Boll sieht in der structurlosen Grundsubstanz reichverästelte Zellen (Fig. 6 Octopus). Im Aequatorialring der Sepien zeigte ebenfalls die Zellsubstanz reich verästelte Ausläufer, welche sich allmälig mit dem weiteren Eindringen in die Intercellularsubstanz bis zur äussersten Zartheit verschmälern. Ich deute diese Fortsätze und Ausläufer als Kanäle, in welche sich bisweilen Fortsätze der Protoplasmas hineinerstrecken. In diesen Knorpeln der Cephalopoden liegen die Zellen in Höhlen wie im hyalinen Knorpel der Wirbelthiere, nur sind die Höhlen dadurch complicirt, dass von ihnen Kanälchen — Knorpel-

---

27) Hensen V.: Ueber das Auge einiger Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd XV. S. 154 mit Taf. XII—XXI.

28) Boll Frz.: Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus. Archiv f. mikr. Anat. Bd. V. Supplement. S. 14 u. 15.

kanälchen — ausgehen, und vielleicht ist etwas der Art auch bei den Wirbelthieren zu finden. Dann hätten Henocque und Petrone und Andere Recht, wenn sie die eigenthümlichen Zeichnungen im Hyalinknorpel als Kanälchen deuten. Jedenfalls haben die erwähnten Knorpel der Cephalopoden ähnlich verzweigte Ausläufer an den Knorpelhöhlen wie die Knochenhöhlen der Wirbelthiere. Will man nun von der Entstehung von Fasern in dieser Intercellularsubstanz sprechen, so können diese Ausläufer zunächst nicht in die Discussion hereingezogen werden. Ich finde aber abgesehen von diesen „Fortsätzen" lange geschwungene Fasern, welche von den Zellen völlig unabhängig verlaufen, die ohne Unterbrechung lange Strecken durchlaufen, unabhängig von Zellen auftauchen und ebenso unabhängig sich verlieren. Und desshalb scheint mir der Kopfknorpel der Cephalopoden ein günstiges Object, weil sich klar erkennen lässt, dass die Ausläufer der Knorpelkörperchen und die Zellen nichts gemein haben mit fibrillenartiger Fasern, die offenbar der Intercellularsubstanz angehören. Als verdichtetes Gallertgewebe lässt er im erwachsenen Thier Vorgänge verstehen, die bei den Wirbelthieren durch die Häufung der Elemente nicht mit voller Klarheit zu durchschauen sind.

Herr Prof. v. Bischoff hielt einen Vortrag:

„Ueber das Gehirn eines Orang-Outan."

Vor fünf Jahren hatte ich die Ehre der Classe das Gehirn eines jungen Chimpausé vorzulegen. Heute möchte ich mir erlauben, Sie mit dem Gehirn eines jungen männlichen Orang bekannt zu machen. Ich verdanke dasselbe der Güte des Herrn Professor von Siebold, welcher das Thier vor zwei Jahren im frischen Zustande erwarb, und mir dessen Gehirn jetzt zur Untersuchung überlassen hat. Bei meiner früheren Arbeit über das Gehirn der Affen, stand mir nur ein sehr beschädigtes Gehirn eines jungen Orang zu Gebote, und überhaupt sind Orang-Gehirne seltener in Europa zur Untersuchung gekommen, als Chimpansé-Gehirne, wenigstens in der letzten Zeit. Das gegenwärtige Gehirn ist sehr gut erhalten, und hat mir daher ein vorzügliches Material dargeboten, meine Lehre über die Anordnung der Windungen des grossen Gehirns bei den Affen und dem Menschen auch an diesem Object zu prüfen. Aus beiden Gründen erlaube ich mir um Aufnahme einer kurzen, besonders vergleichenden Beschreibung und einer Abbildung dieses Gehirns in den Sitzungsberichten der Classe zu bitten.

Das Thier war gegen 60 cm. von der Ferse bis zum Scheitel gross, und besass seine sämmtlichen zwanzig Milchzähne. Nach einem Vergleich mit einem anderen ansehnlich kleineren Orang-Skelet, welches aber ebenfalls bereits sämmtliche Milchzähne besitzt, möchte ich denBesitzer des gegen-

wärtigen Gehirns doch auf 4 Jahre schätzen; auch ist der erste bleibende oder dritte Backzahn bereits sehr vollkommen entwickelt in der Alveole zu sehen. Die Schädelhöhle ist ebenfalls schon ziemlich vollkommen ausgebildet und an Raumes-Inhalt nicht viel geringer als die eines erwachsenen männlichen Orang.

Das Gehirn wiegt in seinem jetzigen Zustande, d. h. von seinen Häuten befreit und nachdem es gegen zwei Jahre in Weingeist aufbewahrt worden, 225 Grm. und wenn wir annehmen, dass dasselbe im Weingeist wenigstens 25 % an seinem Gewichte verloren haben wird, so würde es frisch 281 Grm. und mit seinen Häuten gegen 300 Grm. gewogen haben. Sein grösster Längendurchmesser ist 90 mm., der grösste Breitendurchmesser 80 mm. Seiner Gestalt nach ist es zwar noch immer ein dolichocephales Gehirn, aber doch mehr brachycephal als das des Chimpansé oder gar das des Gorilla. Man würde es ganz brachycephal nennen müssen, wenn sein Stirntheil sich nicht so stark verjüngte. Wie das Gehirn der beiden anderen Anthropoiden hat es ein ziemlich starkes Rostrum an der untern Fläche der Stirnlappen. Bei der Betrachtung gerade von oben ist, selbst an dem aus der Schädelhöhle herausgenommenen Gehirn, das kleine Gehirn von den Hinterlappen des grossen Gehirns fast ganz bedeckt und, wie Fig. 1 zeigt, nur durch das Auseinanderweichen der Hinterlappen in seinem mittleren Theile, dem Wurm, und mit wenigen Windungen des Lobus semilunaris superior sichtbar. Doch ist das kleine Gehirn ansehnlich gross und wiegt inclus. der Medulla oblongata, Pons Varoli, der Vierhügel und eines Stückes der Hirnschenkel 45 Grm. = $^1/_6$ des ganzen Gehirns, während dasselbe bei dem männlichen menschlichen Gehirn ungefähr $^1/_8$ des ganzen Gehirns wiegt.

Was die Anordnung der Furchen und Windungen des Gehirns betrifft, so schliesst sich dieselbe, wie bei den Affen

überhaupt, durchaus an den Typus des menschlichen Gehirnes an, und im Allgemeinen ist dieselbe mit der des Chimpansé-Gehirnes so übereinstimmend, dass man sagen kann, die Unterschiede sind nicht viel grösser als man sie auch an den Gehirnen verschiedener Menschen oder gar Menschenracen beobachtet.

Die Fossa Sylvii ist in ihren drei Theilen, dem horizontal verlaufenden Stamme, dem hinteren grösseren und dem vorderen kleineren aufsteigenden Aste, ganz vollkommen entwickelt; der erstere theilt sich an seinem hinteren Ende in zwei Zweige. Die Fissura occipitalis perpendicularis interna greift tief ein und fällt mit ihrem oberen Ende mit einer vollständig ausgebildet vorhandenen Fiss. occipt. perpend. externa zusammen. Die Fiss. centralis ist deutlich und ohne Unterbrechung entwickelt; und somit zerfällt die ganze Oberfläche des Gehirns wie beim Menschen in einen Stirn-, Scheitel-, Hinterhaupts- und Schläfenlappen. Das erwähnte Zusammenfallen der beiden Occipitalfurchen scheidet den Hinterlappen wie bei allen Affen sehr deutlich und in auffallend vom Menschen abweichender Weise, an der inneren und äusseren Fläche von dem Scheitel- und Schläfenlappen der Hemisphäre. An der unteren Fläche ist die Trennung zwischen Hinterlappen und Schläfenlappen durch keine bestimmte Gränze gegeben. Ein Stammlappen oder eine Insel ist zwar vorhanden, aber er ist wenig entwickelt, trägt nur undeutliche Windungen, und ist durch das Zusammenstossen der Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappen an der Theilstelle der drei Theile der Fossa Sylvii ganz bedeckt.

Im Näheren ist übrigens der Verlauf der Fiss. centralis auffallend stark nach hinten geneigt, und unterscheidet sich ihre Anordnung in dieser Hinsicht sehr bemerkenswerth von dem Chimpansé-Gehirn, wo sie steil in die Höhe fast ganz frontal verläuft; die Stirnlappen werden dadurch bei

dem Orang verhältnissmässig grösser als bei dem Chimpansé, mag man nun die Gränze zwischen beiden in die Furche selbst, oder, wie ich, vor die vordere Centralwindung verlegen. Eine Fissura praecentralis findet sich nicht, indem auch hier, wie fast immer, die Stirnwindungen mit breiten Wurzeln von der vorderen Centralwindung ausgehen. Eine Fiss. post-centralis oder interparietalis ist auf der rechten Seite vorhanden und läuft mit einem oberen und einem hinteren Schenkel aus; auf der linken Seite würde man sie als in zwei Theile zerlegt beschreiben müssen, weil der Vorzwickel mit einer tief herabsteigenden Wurzel von der hinteren Centralwindung ausgeht. Ich halte sie wegen häufig vorkommenden Unterbrechungen der Art ebenfalls für wenig bedeutend und beziehe mich in dieser Hinsicht auf meine Auseinandersetzung in der Beschreibung des Gehirns eines mikrocephalen Mädchens pag. 12. Die Fiss. occipitalis perpend. interna ist, wie schon gesagt, stark entwickelt, und fällt an ihrem oberen Ende mit einer Fiss. occipit. perpend. externa zusammen; an ihrem unteren Ende geht jene nicht in die Fiss. calcarina über, wie bei dem Menschen, sondern wird durch eine, letztere Furche an ihrem oberen Rande begränzende, gerade verlaufende Windung von dieser geschieden. Die Fissura occipitalis perpend. externa, so charakteristisch für das Affengehirn, erreicht den unteren Rand der Hemisphäre nicht, sondern wird unten durch eine vom Schläfen- zum Hinterhauptslappen gehende Windung (Pli de Passage inférieur externe Grat.) abgeschlossen. Die Fiss. calcarina geht, wie bei den Affen immer, nach vorn in die Fiss. Hippocampi über; am hinteren Ende des Hinterlappens theilt sie sich in zwei Schenkel. Auf der unteren Fläche des Hinterlappens findet sich eine Fiss. collateralis. An dem Schläfenlappen ist die Fiss. parallela und selbst eine Fiss. parallela secunda entwickelt, welche beide an ihren hinteren Enden in zwei

Aeste zerfallen. An der medialen Seite der Hemisphären findet sich die Fiss. calloso-marginalis und spaltet sich auf der rechten Seite an ihrem hinteren Ende in zwei Aeste, deren einer an dem oberen Rande der Hemisphäre hinter der hinteren Centralwindung ausläuft, der andere in die mediale Fläche des Vorzwickels oder den viereckigen Lappen Gratiolets eindringt. Auf der linken Seite ist der absteigende Ast durch eine sich erhebende Windung vom Stamme abgetrennt, dadurch unkenntlich gemacht, und in eine sternförmige Furche verwandelt. — Ein Sulcus olfactorius ist an der Orbitalfläche des Stirnlappens nur in seinem hintersten Theile in der Caruncula mammillaris entwickelt.

In der Anordnung der Windungen dieses Orang-Gehirns finde ich meine Lehre von ihrer bogenförmigen Lagerung um die Enden der Hauptfurchen in hervorleuchtender Weise bestätigt, und ihre Beschreibung ist nach derselben leicht und für Alle verständlich.

So haben die Centralwindungen ihren oberen und unteren bogenförmigen Abschluss, von denen jener sehr steil und scharf nach hinten gerichtet, dieser sehr breit ist und den hinteren Schenkel der Fossa Sylvii an ihrem oberen Rande zu einem guten Theile begränzt. Den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii umschliesst ein einfacher Bogen, die untere oder dritte Stirnwindung. Rechts geht derselbe oberflächlich von dem vorderen Schenkel des unteren Schlussbogens der Fiss. centralis aus; links mehr in der Tiefe, steht dafür aber weiter oben nochmals mit der vorderen Centralwindung in Verbindung. Wegen des tiefen Abganges des hinteren Schenkels dieses Bogens von der Centralwindung entsteht hier ein Schein einer Fissura praecentralis, die man auch für den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii halten könnte, der indessen erst vor ihr liegt. Der Scheitel und auch der vordere Schenkel dieser bogenförmigen unteren Stirnwindung steht mit der mittleren

Stirnwindung in Verbindung. Ich habe früher bereits ausgeführt, dass diese untere oder dritte Stirnwindung, so wie der vordere Schenkel der Fossa Sylvii, sich nur bei den Anthropoiden-Affen findet, die aber dennoch gerade in Beziehung auf die Ausbildung dieses Bogens weit hinter dem Menschen zurückbleiben. Die mittlere und obere Stirnwindung sind wenig deutlich voneinander geschieden; die obere nimmt an der oberen, die mittlere an der Orbital-Fläche des Stirnlappens den grössten Theil ein, doch bildet jene an dieser Orbital-Fläche den starken schnabelartigen Vorsprung (Rostrum).

Ausser den Centralwindungen besitzt der Scheitel-Lappen einen Vorzwickel, welcher rechts oben, links mit der Mitte der hinteren Centralwindung durch eine oberflächliche Wurzel in Verbindung steht, und dadurch, wie schon erwähnt, ein wesentlich verschiedenes Verhalten einer Fiss. interparietalis auf beiden Seiten bedingt. Uebrigens ist diese Windungsgruppe weder an ihrer oberen noch an ihrer medialen Fläche (hier als Lobule quadrilatère) so stark entwickelt, wie bei dem Chimpansé, was mit dem weiten nach rückwärts Reichen der Centralfurche und Central-Windungen zusammenhängt. Sie geht fast ganz in zwei Bogenwindungen auf, welche die beiden hinteren Ausläufer der Fissura calloso marginalis umfassen, deren eine die obere Fläche dieses Vorzwickels, die andere die mediale einnimmt. Die erste oder vordere Scheitelbogen-Windung um das obere Ende des hinteren Schenkels der Fossa Sylvii, und die zweite oder hintere Scheitelbogenwindung um das obere Ende der Fiss. parallela sind sehr deutlich und entsprechend der gabelförmigen Theilung dieser oberen Enden entwickelt. Der vordere, obere Schenkel der zweiten geht von dem Scheitel der ersteren aus; der untere Schenkel dringt bis in das untere Ende der Fiss. occipt. transversa und bis in den Hinterlappen ein. Es ist auch eine dritte Scheitelbogen-

Windung vorhanden, aber diese umgreift die beiden Enden der Fiss. parallela secunda nicht in einem convexen Bogen, sondern ist zwischen diese beiden Aeste hineingesenkt, und zugleich bildet dabei diese Windung eine untere äussere Uebergangswindung vom Schläfen- zum Hinterhauptslappen.

Sehr charakteristisch ist die obere innere Scheitelbogen-Windung. Sie umgreift, wie immer lateralwärts gerichtet, mit einfachem steilen Bogen das obere Ende der Fiss. occipit. perp. int. Allein nur ihr vorderer Schenkel geht oberflächlich von dem Vorzwickel aus; der hintere Schenkel senkt sich in die Tiefe und geht dort in den medialen Theil des Zwickels des Hinterlappens über. Daher ist es dann auch möglich, dass die Fiss. perp. occipit. int. und externa ineinander übergehen und ein Operculum gebildet wird, während bei dem Menschen beide Schenkel dieser oft zusammengesetzten und charakteristischen Windung oberflächlich verlaufen, und schon desshalb eine Fiss. occipit. perp. externa fehlt. Ich habe gezeigt, dass diese Windung bei dem Chimpansé meist in der homologen Form des Pli de Passage supérieur interne Grat. verläuft, zuweilen aber auch, wie einige von den Herren Marshall, Rolletson, Turner und Broca beschriebene Chimpansé-Gehirn beweisen, auch in der Form des Pli de Passage supérieure externe (Sitzungsberichte vom 4. Febr. 1871. pag. 100); immerhin aber scheint die erstere Form bei dem Orang häufiger und entwickelter vorzukommen, und steht derselbe auch darin dem Menschen näher. Eine untere innere Scheitelbogen-Windung findet sich, wie oben bereits angegeben bei dem Orang nicht, d. h. sie läuft hier nicht in lateralwärts gerichtetem Bogen, wie bei dem Menschen, sondern gestreckt an dem oberen Rande der Fissura calcarina. Bei dem von mir beschriebenen Chimpansé-Gehirn verlief sie auf einer Seite im lateralen Bogen, auf der anderen gestreckt.

Der Hinterlappen besitzt an seiner oberen hinteren

Fläche, dem oberen Hinterhaupts-Läppchen, der gewöhnlich als Zwickel bezeichnet wird, eine sternförmige dreischenkliche Furche, ganz ähnlich wie der Chimpansé; an seiner medialen Fläche ist die Fiss. calcarina von zwei gestreckt verlaufenden Windungen begränzt, welche an dem hinteren Ende des Hinterlappens die beiden End-Schenkel der genannten Furche mit zwei Bogen umgeben. Ich werde diese als sehr charakteristisch und bei dem Menschen meist sehr complicirt angeordnete Bogenwindung, Vogelklauen-Windung oder Gyrus calcarinus nennen. An der unteren Fläche kann man ein zungenförmiges und spindelförmiges, durch die Fiss. collateralis von einander getrennte Läppchen unterscheiden, die aber nach vorne ohne Abgränzung in die Windungszüge des Schläfen-Lappens übergehen.

Da dieser Schläfenlappen eine Fiss. parallela prima und secunda besitzt, so kann man an ihm vier Windungszüge unterscheiden, deren unterer innerster den mit einem Hacken versehenen Gyrus Hippocampi bildet.

An der medialen Seite der Hemisphäre verläuft über dem Balken ein Gyrus Cinguli, der hinten an dem Splenium corporis callosi mit dem Gyrus Hippocampi zusammenhängt und mit ihm den Gyrus fornicatus bildet.

Ich halte es schon bei den Affen, und noch mehr bei dem Menschen, für ohnmöglich und jedenfalls für zwecklos und unpractisch bei der Betrachtung und Beschreibung der Windungen an der oberen und den Seitenflächen der grossen Hemisphäre, das sogenannte Urwindungs-System der niederen Säugethier-Ordnungen aufrecht erhalten zu wollen, wie dieses Meynert und Wernike neuerdings versucht haben. Es finden sich allerdings in dem Hacken- und Bogenbündel Fasern, welche im Bogen um den hinteren und vorderen Schenkel der Fossa Sylvii verlaufen und in der unteren Stirnwindung und in den Schläfenwindungen nach aussen streben; auch meine erste Scheitelbogen-Windung

um den hinteren Schenkel der Fossa Sylvii herum, kann, besonders dann wenn der vordere Schenkel dieser Bogenwindung weit herabreicht und den sog. Premier Pli ascendant Graliotels bildet, als eine solche Urwindung aufgefasst werden. Allein mit dem Auftreten der Fissura centralis und der Fissurae occipitales bei den Primaten und dem Menschen, wird wie schon Huschke richtig bemerkte, das Urwindungs-System der niederen Säugethier-Ordnungen so vollständig durchbrochen, dass es mir als ein unnatürliches Unternehmen erscheint, dasselbe dennoch auch bei jenen durchführen zu wollen, wodurch sicherlich kein leichteres Verständniss und keine wünschenswerthe Uebereinstimmung in der Auffassung und dem Verständniss der Windungen des menschlichen Gehirnes herbeigeführt wird. Die Entwicklungs-Geschichte des menschlichen Gehirns unterstützt auch nicht im Mindesten den Versuch der Durchführung des Urwindungs-Systems. Denn mit Ausnahme der Fossa Sylvii erscheinen die Fissurae occipitales interna und externa und die Fissura centralis so früh, und die beiden von mir signalisirten primären vorderen und hinteren Bogenfurchen sind sogleich in divergirender Richtung angelegt, dass man auch nicht einmal sagen kann, das menschliche Gehirn durchlaufe bei seiner Entwicklung ein Stadium, in welchem die Urwindungen des Gehirns niederer Ordnungen dargelegt wären.

Der neuerdings von Hrn. Prof. Heschl beschriebene Gyrus temporalis transversus anterior gehört wohl auch zu dem Urwindungssystem; er geht, so weit ich sehe, vorzüglich von den Fasern des Bogenbündels aus, und findet sich in der That constant, wenn auch in verschiedener Ausbildung, bei dem Gehirn des Menschen. Bei den Gehirnen der beiden Orang-Outan und Chimpansé, welche augenblicklich in meinen Händen sind, findet sich dieser Gyrus kaum angedeutet.

Ich kann zu obiger Beschreibung des hiesigen Orang-Gehirnes noch den Nachtrag bringen, dass mir seitdem ein zweites Orang-Gehirn durch die Güte des Hrn. Dr. Mayer, Vorstand des naturhistorischen Museums zu Dresden, zu untersuchen Gelegenheit gegeben wurde. Das Gehirn stammt von einem wohl noch etwas kleineren und jüngeren Individuum als das hiesige, denn es ist kleiner als dieses und wiegt jetzt nur 192 Grm., würde also bei etwa 25 °/o Verlust im Weingeist gegen 240 Grm. gewogen haben. Es ist offenbar reicher an secundären Windungen als das hiesige Orang-Gehirn, ja dasselbe ist das an Windungen reichste Anthropoiden-Gehirn, welches ich bis jetzt in Händen gehabt habe. Dieses geht nicht nur aus dem allgemeinen Anblick hervor, welcher dadurch täuschen könnte, dass das Gehirn kleiner, aber doch bereits ebenso reich an Windungen wäre als andere grössere Gehirne, sondern auch aus einer genaueren Analyse der einzelnen Windungen.

So bildet die untere oder dritte Stirnwindung um den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii herum auf der rechten Seite nicht mehr einen ganz einfachen Bogen, wie bei allen bis jetzt in meinen Händen gewesenen Anthropoiden-Gehirnen, sondern dieselbe ist dadurch schon etwas complicirt, dass sich der Ausläufer dieses vorderen Schenkels der Fossa Sylvii auf der rechten Seite in zwei kurze Aeste spaltet, um die sich zwei schwach entwickelte Windungen herumziehen. — Die beiden Centralwindungen erstrecken sich auch an diesem Gehirn weit nach hinten auf ²/₃ der ganzen Oberfläche der Hemisphären und verlaufen stark geschlängelt und oft eingekerbt. Der Vorzwickel ist stark entwickelt und enthält den Bogenabschluss des aufsteigenden hinteren Schenkels der Fissura calloso-marginalis. Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der oberen inneren Scheitelbogenwindung, indem dieselbe stark entwickelt, mit beiden Schenkeln ganz oberflächlich lateralwärts um das obere Ende der

Fiss. occipitalis perpend. interna herumläuft und dadurch die Fiss. occipitalis perpend. externa beinahe ganz zum Verschwinden bringt, wie bei dem Menschen. Ich kenne kein anderes Anthropoiden-Gehirn, wo dieses so vollständig geschieht.

Die untere innere Scheitelbogenwindung fehlt indessen auch noch an diesem Gehirn, indem die längs des oberen Randes der Fissura calcarina verlaufende Windung, der Gyrus calcarinus, gestreckt von vorne nach hinten verläuft und dadurch die Fissura occipit. perp. int. von der Fiss. calcarina abtrennt.

Aber auch das hintere Ende dieser Fiss. calcarina ist entwickelter wie bei unserem hiesigen Orang-Gehirn und die Bogenabschlüsse ihrer hinteren Enden sind complicirter. Ebenso findet sich auf der oberen Fläche des Zwickels nicht nur eine einfache, sternförmige, dreischenkliche Furche, sondern noch mehrere Secundärfurchen. — Die untere Fläche des Hinterhaupt-Schläfenlappens ist besonders in ihrem hinteren, dem Hinterlappen angehörigen Theile, stark gefurcht und zeigt ausser der Fissura collateralis noch eine weitere lateralwärts von dieser, besonders auf der linken Seite bis weit auf die Schläfenlappen sich fortsetzende und in eine Fiss. parallela secunda übergehende Furche, während sie rechts durch Querfurchen und Windungen unterbrochen wird. — Endlich sind an diesem Gehirn auch die Windungen der Insel stärker und deutlicher entwickelt als ich sie an irgend einem anderen Anthropoiden-Gehirn gesehen habe.

Dieses Orang-Gehirn bestärkt mich in meiner früher (Die Grosshirnwindungen des Menschen pag. 92) ausgesprochenen Ansicht, dass das Orang-Gehirn das entwickeltste aller Anthropoiden ist.

Im Uebrigen kann ich an diesen Orang-Gehirnen, so weit ich sie sonst untersuchen konnte, keine Besonderheiten

entdecken. Auch das kleine Gehirn scheint mir ganz die Abtheilungen und Eintheilungen des menschlichen kleinen Gehirns zu besitzen.

Beschreibung der Abbildungen.

Die Abbildungen sind nach photographischen Aufnahmen des Gehirns genau in natürlicher Grösse ausgeführt worden.

Fig. I. zeigt, wie sich von selbst ergiebt, die Ansicht des Gehirns gerade von oben. Man sieht nur sehr wenig vom kleinen Gehirn.

Fig. II. Ansicht des grossen Gehirns von unten.

Fig. III. Rechte Hemisphäre von Aussen.

Fig. IV. Linke Hemisphäre von Aussen.

Fig. V. Rechte Hemisphäre von Innen.

Fig. VI. Linke Hemisphäre von Innen.

Für alle sechs Figuren gelten nachfolgende Bezeichnungen, die mit den in meinen früheren Abhandlungen gebrauchten grösstentheils übereinstimmen.

A. Querverlaufender Stamm der Fossa Sylvii.
A′. Vorderer Ast der Fossa Sylvii.
A″. Hinterer Ast der Fossa Sylvii.
B. Fissura centralis s. Rolando.
C. Fissura occipitalis perpendicularis interna.
C′. Fissura occipitalis perpendicularis externa.
D. Fissura parallela s. temporalis superior.
E Fissura parallela secunda s. temporalis media.
F. Fissura collateralis s. temporalis inferior.
G. Fissura Hippocampi.
G′. Fissura calcarina.
H. Fissura calloso marginalis.
H′. Oberes Ende dieser Fissura calloso marginalis.
K. Fissura interparietalis.
1. Obere Stirnwindung.

2. Mittlere Stirnwindung.
3. Untere Stirnwindung.
5. Mediale Fläche der oberen Stirnwindung.
6. Vordere Centralwindung.
7. Hintere Centralwindung.
8. Obere Bogenverbindung der Centralwindungen.

8'. Untere Bogenverbindung der Centralwindungen.

9. Vorzwickel (Lobule du deuxième Pli ascendant).
10. Medialfläche des Vorzwickels (Lobule quadrilatère).
11. Erste oder vordere Scheitelbogenwindung (Pli marg. sup.).
12. Zweite oder hintere Scheitelbogenwindung (Pli courbe).
14. Vierte oder innere obere Scheitelbogenwindung (Premier Pli de Passage externe).
15. Vogelklauen-Windung, Gyrus calcarinus, beim Menschen fünfte oder innere untere Scheitelbogenwindung (Pli de Passage inférieur interne).
16. Erste Schläfenwindung.
17. Zweite Schläfenwindung.
18. Dritte Schläfenwindung.
19. Vierte Schläfenwindung (Gyrus Hippocampi).
20. Uebergangswindung vom Schläfen- zum Hinterhauptslappen.
21. Oberes Hinterhauptsläppchen oder Zwickel.
22. Untere innere Hinterhaupts-Windung oder zungenförmiges Läppchen.
23. Untere äussere Hinterhauptswindung oder spindelförmiges Läppchen.
24. Zwingenwulst (Gyrus Cinguli).

Mathematisch-physikalische Classe.

Der Classensecretär Fr. v. Kobell hielt einen Vortrag:

„Ueber die Complementärfarben des Gypses im polarisirten Lichte.“

Die prachtvollen Farben, welche sehr dünne Gypsblätter im polarisirten Lichte zeigen, haben, seitdem Arago im Jahre 1811 auf sie aufmerksam gemacht hat, die Physiker mehrfach beschäftigt. Arago erkannte, dass diese Farben, mit einem Kalkspath untersucht, in dessen zwei Bildern complementär erscheinen. Brewster beschreibt die Erscheinung ganz genau; wie vom glänzenden Roth ausgehend beim Drehen des Analyseurs die Farbe allmählig sich bleiche, bis sie bei einer Drehung um 45° ganz verschwinde und darüber hinaus allmählig mit Grün erscheine und diese Farbe immer glänzender hervortretend bei einer Drehung von 90° in vollkommener Schönheit sich zeige.

So ist das Verhalten, wenn die Schwingungsebene des Gypsblattes parallel den Schwingungen des Nicol's ist, und diese rechtwinklig gegen die des Lichtes, welches von einem schwarzen Spiegel polarisirt wird. Das Stauroskop giebt die Lage der Schwingungsebene am Gyps in der Art an, dass sie mit der fasrigen Spaltungsfläche einen Winkel von 15°, mit der muschligen einen von 50° bildet. Sie fällt also nahezu in die Richtung der von Neumann bestimmten optischen Mittellinie. Der spitze ebene Winkel des rhomboidalen Blattes ergiebt sich daraus zu 65°. Nach andern genauen Messungen ist er 66° 14′.

Wenn man auf einem Gypsblatt die Linie der Schwingungsebene einritzt und das Blatt so dreht, dass diese Linie

mit der Schwingung des auf dunkel gestellten Nicols parallel liegt, so zeigen sich die Erscheinungen ganz normal, wie sie Brewster angegeben; man erhält zu einer erscheinenden Farbe durch Drehung des Nicol's um 90° nach links oder rechts die complementäre und ein farbloses Feld beim Drehen um 45°.

Anders verhält es sich, wenn das Gypsblatt so gedreht wird, dass die Schwingungsebene seiner Doppelbrechung eine andere Lage gegen die Schwingung des Nicol's hat als die angegebene. Dann kann der Fall eintreten, dass für eine Farbe schon beim Drehen des Nicols um 45° die complementäre erscheint. Ich habe darüber einige Beobachtungen angestellt und zwar zunächst mit Rücksicht auf die fasrige Theilungsfläche oder die entsprechende Linie, welche, oft mehrfach, an jedem Gypsblatt kenntlich oder leicht aufzufinden ist. Ich benützte vorzüglich einen grossblättrigen Gyps von Aschersleben am Harz, von welchem ich durch freundliche Mittheilung des Herrn Prof. Ulrich in Hannover schöne Platten erhielt. Es ist dieser Gyps wie kaum ein anderer fein und so gleichmässig spaltbar, dass oft über ein Quadratzoll gross im polarisirten Lichte eine einzige Farbe daran erscheint. Blätter von einiger Länge sind, abweichend von den gewöhnlichen Varietäten, elastisch biegsam.

Um bequem und sicher beobachten zu können, wurde das Gypsblatt auf eine runde Glasscheibe mit etwas Wachs befestigt und dieser auf einem Gestell die gehörige Neigung gegen den schwarzen Spiegel gegeben oder ich klemmte das Blatt in eine, auf einem kleinen Statif angebrachte, neigbare kurze Pincette. Der in einer cylindrischen Fassung befindliche Nicol wurde durch die Mitte einer nach 45° getheilten Kreisscheibe gesteckt und ein für sich, und auch mit dem Nicol beweglicher Zeiger angebracht. Diese Scheibe wurde von einem Träger festgehalten.

Wenn der Nicol gegen den Spiegel dunkel gestellt ist und am rhomboidalen Gypsblatt die Faserfläche oder die ihr entsprechende Linie horizontal liegt, also in einer Lage, wo die Schwingungsebene des Blattes mit der Schwingung des Nicols einen Winkel von 40° bildet, so erhält die erscheinende Farbe ihre complementäre beim Drehen des Nicols um 45° und zwar so, dass der Uebergang für ganz gleiche Stellung des Blattes (der stumpfe ebene Winkel oben links s. Fig. 1) bei einigen durch Drehen des Nicols nach rechts,

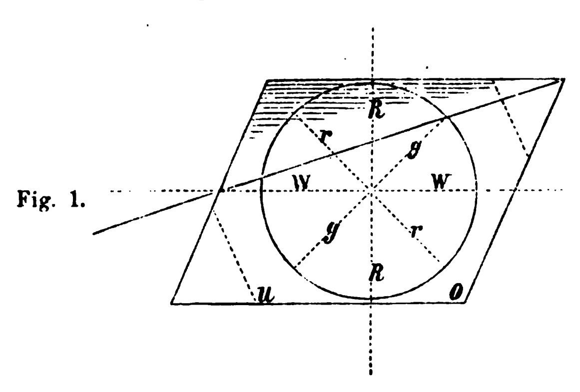


Fig. 1.

bei andern aber durch Drehung nach links erfolgt, vergleichbar dem Verhalten eines rechts- oder eines linksdrehenden Bergkrystalls bei der Circularpolarisation.

Bei einem das Roth und Grün glänzend zeigenden Blatt war vom unmittelbar erscheinenden Roth (für die genannte Stellung) beim Rechtsdrehen des Nicols

um 45° das Feld complementär Grün,
„ 90° „ „ farblos,
„ 135° „ „ blassroth,
„ 180° „ „ vom ursprünglichen Roth.

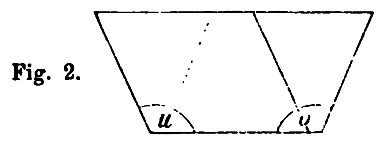
Beim Linksdrehen von diesem Roth aus zeigte sich
das Feld bei 45° blassroth,
„ „ „ 90° farblos

das Feld bei 135° complementär Grün,
„ „ „ 180° vom ursprünglichen Roth.

Bei anderen Blättern, und deren war die grössere Zahl, folgte auf die erscheinende Farbe die complementäre beim Linksdrehen des Nicols.

Diese seltsame Erscheinung hängt mit einer Zwillingsbildung zusammen, von der man übrigens bei den meisten Blättern unmittelbar nichts erkennt. Bei einzelnen aber zeigt sich der spitze Winkel des rhomboidischen Blattes durch eine Linie abgeschnitten, s. Fig. 1 und stehen sich die gleichen Winkel u und o gegenüber. Stellt man nun das Blatt so, dass der Winkel u oben links zu stehen kommt, so ist die Drehung des Nicols um 45° für die Complementärfarbe derjenigen entgegengesetzt, welche beobachtet wird, wenn der Winkel o oben links zu stehen kommt, weil dieses nur durch Umdrehen des Blattes geschehen kann. Das Zwillingsgesetz ist, dass ein Blatt gegen das andere um die Faserfläche um 180° gedreht ist. Figur 2.

Fig. 2.



Diese Zwillungsbildung, an vielen Blättern, wie gesagt, ganz unkennbar, wird an manchen im polarisirten Lichte enthüllt durch die oft prächtig in Farben strahlenden Dreiecke, welche sich am Rande des Gypsblattes zeigen. Es sind gleichschenkliche Dreiecke, deren Winkel an der Basis, jeder 66° 14′, an der Spitze 47° 32′ misst. (S. Fig. 1.) Die Basis hat die Lage der Faserfläche, die gleichen Seiten des Dreiecks entsprechen der muschligen Theilungsfläche und erscheinen in Folge des Zwillingsgesetzes gegen einander geneigt. —

Ich habe in ähnlicher Weise einen Muscovit von Buckfield in Maine untersucht.

Die Krystalle sind tafelförmige rhombische Prismen von 120° mit der brachydiagonalen Fläche, die Axenebene liegt in der Makrodiagonale, die Schwingungen der Doppelbrechung gehen nach den Diagonalen. Wenn ein gehörig dünnes Blatt so gestellt wird, dass die Schwingungsebene mit der des Nicols parallel und dieser auf Dunkel gegen den Spiegel steht, so zeigt das Blatt keine Farbe, wie für solche Stellung beim Gyps der Fall ist, es erscheint dunkel und beim Drehen des Nicols um 90° hell, ohne merkliche oder nur ganz schwache Färbung in der Zwischenstellung. Wenn aber eine Seite der rhombischen Tafel horizontal gestellt wird und der stumpfe ebene Winkel oben links, so zeigen sich Farben, welche beim Drehen des Nicols um 45° nach links in die complementären übergehen. Die Schwingungsebene des Blattes bildet dabei mit der Schwingung des dunkel gestellten Nicols 60°.

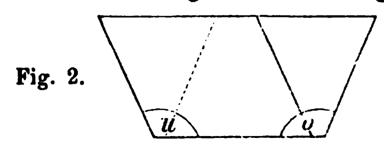
das Feld bei 135° complementär Grün,

„ „ „ 180° vom ursprünglichen Roth.

Bei anderen Blättern, und deren war die grössere Zahl, folgte auf die erscheinende Farbe die complementäre beim Linksdrehen des Nicols.

Diese seltsame Erscheinung hängt mit einer Zwillingsbildung zusammen, von der man übrigens bei den meisten Blättern unmittelbar nichts erkennt. Bei einzelnen aber zeigt sich der spitze Winkel des rhomboidischen Blattes durch eine Linie abgeschnitten, s. Fig. 1 und stehen sich die gleichen Winkel u und o gegenüber. Stellt man nun das Blatt so, dass der Winkel u oben links zu stehen kommt, so ist die Drehung des Nicols um 45° für die Complementärfarbe derjenigen entgegengesetzt, welche beobachtet wird, wenn der Winkel o oben links zu stehen kommt, weil dieses nur durch Umdrehen des Blattes geschehen kann. Das Zwillingsgesetz ist, dass ein Blatt gegen das andere um die Faserfläche um 180° gedreht ist. Figur 2.

Fig. 2.



Diese Zwillungsbildung, an vielen Blättern, wie gesagt, ganz unkennbar, wird an manchen im polarisirten Lichte enthüllt durch die oft prächtig in Farben strahlenden Dreiecke, welche sich am Rande des Gypsblattes zeigen. Es sind gleichschenkliche Dreiecke, deren Winkel an der Basis, jeder 66° 14′, an der Spitze 47° 32′ misst. (S. Fig. 1.) Die Basis hat die Lage der Faserfläche, die gleichen Seiten des Dreiecks entsprechen der muschligen Theilungsfläche und erscheinen in Folge des Zwillingsgesetzes gegen einander geneigt. —

Ich habe in ähnlicher Weise einen Muscovit von Buckfield in Maine untersucht.

Die Krystalle sind tafelförmige rhombische Prismen von 120° mit der brachydiagonalen Fläche, die Axenebene liegt in der Makrodiagonale, die Schwingungen der Doppelbrechung gehen nach den Diagonalen. Wenn ein gehörig dünnes Blatt so gestellt wird, dass die Schwingungsebene mit der des Nicols parallel und dieser auf Dunkel gegen den Spiegel steht, so zeigt das Blatt keine Farbe, wie für solche Stellung beim Gyps der Fall ist, es erscheint dunkel und beim Drehen des Nicols um 90° hell, ohne merkliche oder nur ganz schwache Färbung in der Zwischenstellung. Wenn aber eine Seite der rhombischen Tafel horizontal gestellt wird und der stumpfe ebene Winkel oben links, so zeigen sich Farben, welche beim Drehen des Nicols um 45° nach links in die complementären übergehen. Die Schwingungsebene des Blattes bildet dabei mit der Schwingung des dunkel gestellten Nicols 60°.

Der Classensecretär bespricht eine vorgelegte Abhandlung von Dr. Fr. Pfaff:

„Zur Darstellung der Circularpolarisation durch Glimmerblättchen."

Zur Erklärung der Erscheinungen der Circularpolorisation findet man in den Lehrbüchern der Physik die Darstellungsweise der gleichen Farbenveränderungen durch 2 Glimmerblättchen beschrieben, welche dieselben an einem zwischenliegenden Gypsblättchen erzeugen, wenn der Gangunterschied der beiden Strahlen im Glimmer ¼ Wellenlänge beträgt, und die Schwingungsrichtungen der beiden Strahlen im Gypse 45° mit denen der Glimmerblättchen bilden. Dieselbe künstliche Circularpolarisation kann man auch gerade so durch Anwendung zweier Fresnel'scher Glasparallelipipedons erhalten.

Bei dieser Darstellung der Circularpolarisation ergeben sich aber zwei wesentlich von einander verschiedene Modificationen, die ich deshalb einer kurzen Erwähnung für werth halte, weil die eine davon meines Wissens nirgends beschrieben ist und sich an natürlichen einfachen circularpolarisirenden Krystallen nicht findet, dann aber auch, weil sich dabei zeigen lässt, wie man zuweilen auch scheinbar sehr complicirte optische Erscheinungen sehr einfach durch eine graphische Darstellung klar machen kann.

Was zunächst die Erscheinung selbst betrifft, welche die Kombination von zwei solchen Glimmerblättchen mit

einem Gypsblättchen betrifft, so müssen wir hier genau genommen 4 Modificationen unterscheiden, nemlich folgende:

I. Die beiden Glimmerblättchen liegen in gleicher Lage zu einander, d. h. in beiden geht die Schwingungsrichtung des schneller wie des langsamer sich fortpflanzenden Strahls in gleicher Richtung vor sich; dabei kann wieder die Richtung der beiden Strahlen des Gypsblättchens eine doppelte sein und zwar der Art, dass wenn wir uns die Richtung des langsameren Strahles in den Glimmern von Ost nach West gerichtet denken, derselbe des Gypses
   a) von Südost nach Nordwest oder
   b) von Nordost nach Südwest gerichtet ist.

II. Die beiden Glimmerblättchen liegen nicht in gleicher Lage, sondern gegen I um 90° das eine gegen das andre gedreht, und auch hier wieder können wir den Fall a und b für die Lage des Gypsblättchens unterscheiden.

Die sub II aufgeführte Lage giebt die ganz normalen Erscheinungen der Circularpolarisation, wie wir sie an einer Quarzplatte beobachten und zwar ist die Kombination im Fall a für die Lage des Gypsblättchens zur untern Glimmerplatte links drehend, im Falle b rechts drehend.

Ganz eigenthümlich gestalten sich aber die Verhältnisse im Falle I, wenn die Glimmer gleiche Lage haben. Dann beobachten wir nemlich:

1) eine Farbenveränderung durch Drehung des Analyseurs, aber auch
2) eine noch viel rascher vor sich gehende Farbenwandlung des Gypsblättchens durch Drehung der ganzen Kombination, die ja bekanntlich bei dem Quarze keine Veränderung erzeugt, und zwar findet sich im Falle I,a Linksdrehung des Blättchens, durch Drehung des Analyseurs die Farbenveränderung wie bei

einer links drehenden Quarzplatte, aber rechts gehende Farbenwandlung durch Drehung der Kombination der 3 Blättchen. D. h. lassen wir die Kombination ruhig liegen und drehen den Analyseur, so erhalten wir dieselbe Erscheinung, wie wenn eine links drehende Quarzplatte auf dem Apparate läge. Lassen wir aber den Analyseur ruhig stehen und drehen die Kombination, von links nach rechts, d. h. in entgegengesetzter Richtung als vorher den Analyseur, so folgen die Farben genau in der Weise auf einander, wie bei einer linksdrehenden Quarzplatte. Man beobachtet ferner, dass eine Drehung der Kombination um n Grade nach rechts genau denselben Effect hat, als eine Drehung des Analyseurs um 2n Grade nach links, so dass wir durch gleichzeitige Drehung des Analyseurs und der Kombination in entgegengesetzter Richtung in allen Stellungen des Analyseurs dieselbe Farbe erzeugen können.

Im Falle I,b haben wir Rechtsdrehung durch den Analyseur und linke Farbenwandlung durch Drehung der ganzen Kombination.

Ganz dasselbe erhält man auch mit den Fresnel'schen Parallelipipedis bei verschiedner Stellung derselben.

Es dürfte gewiss eine höchst schwierige Aufgabe sein, durch Rechnung diese Eigenthümlichkeit zu beweisen und zu erklären, gesteht doch schon Ohm zu, dass allgemeine Formeln für Kombinationen von 2 Platten, die doch nur 4 Strahlen geben können, höchst mühsam zu finden seien, wie viel mehr für einen Fall, wie der vorliegende, wo man es mit 8 Strahlen, die aus dem dritten Blättchen austreten, zu thun hat.

Um mich zu überzeugen, ob wirklich die aus der Beobachtung sich ergebende Thatsache, dass eine Drehung von 2n Graden des Analyseurs dieselbe Wirkung habe, wie

eine von n Graden der Kombination stets zutreffe, versuchte ich auf graphischem Wege die Erscheinung anschaulich und begreiflich zu machen und war überrascht, wie sich dieselbe auf diesem Wege vollkommen deutlich machen lasse. Natürlich muss man dabei einen ganz bestimmten einzelnen Fall im Auge behalten. Die beiden Tafeln zeigen nun den Wechsel der Erscheinung für 2 Gypsblättchen, von denen das eine (Taf. I) einen Gangunterschied der Strahlen von $^1/_4$ das andre (Taf. II) von $^1/_2$ Wellenlänge erkennen lässt.

Zur Erläuterung der Figuren diene folgendes: Die erste Reihe von Quadraten enthält in den senkrecht über einander stehenden 5 Abtheilungen den Schwingungszustand des Strahles beim Austritt aus dem untern Glimmerblättchen, das polarisirte Licht ist stets als in der durch die Linie PP bezeichneten Richtung schwingend angenommen. Im obersten Quadrate ist die Lage der Kombination eine solche, dass der rascher sich fortpflanzende Strahl im untern Glimmer mit PP zusammenfällt, im zweiten Quadrat derselben Reihe sind die beiden aus dem untern Glimmer austretenden Strahlen nach einer Drehung der Kombination um $22^1/_2{}^0$ dargestellt, in dem dritten nach einer Drehung um 45^0 u. s. f. bis zu einer Drehung von 90^0 das Verhältniss der Intensität der verschiedenen Strahlen ist durch die verschiedenen Kreise angegeben.

Die zweite Kolumne enthält die das Gypsblättchen eben verlassenden Strahlen in ihren verschiedenen Phasen, überall sind die beiden verschiedenen Strahlen durch rothe und blaue Pfeile angedeutet, welche zugleich durch ihre Richtung die Schwingungsrichtung des durch ein Ringchen angedeuteten Aethertheilchens bezeichnen.

Die dritte und vierte Kolumne zeigt die Phasen der 8 resp. 4 Strahlen, die aus dem obern Glimmerblättchen austreten und die von ihnen erzeugte Resultante giebt der grosse mit diesem Namen bezeichnete Pfeil an, und zwar

die dritte Kolumne die für gleiche Glimmerlage hervorgehende, während die vierte die für gekreuzte Glimmerblättchen nachweist.

Man sieht sofort durch Vergleichung der dritten und vierten Kolumne auf beiden Tafeln: die Drehung der Kombination ist bei gekreuzten Glimmerplatten ohne Einfluss auf die Lage der Resultante, dieselbe ist nur abhängig von der Dicke des Gypsblättchens, wie eine Vergleichung von von Taf. I und II zeigt, dagegen bewirkt bei parallelen Glimmerplatten eine Drehung der Kombination um $22\frac{1}{2}^{0}$ u. s. f. eine Veränderung der Lage der Resultante um den doppelten Winkel, wie es der Beobachtung auch vollkommen entspricht.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

a) Denkschriften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Bd. 34. 1875. 4.
b) Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe
   I. Abthlg. Bd. 71.
   II. „ „ 71.
   III. „ „ 71. 1874—75. 8.

Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues der kgl. preuss. Staaten für Gärtnerei und Pflanzenkunde in Berlin:

a) Monatsschrift. 18. Jahrgang. 1875. 8.
b) Katalog der Bibliothek. 1875. 8.

Vom naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande und Westphalens in Bonn:

Verhandlungen. 31. und 32. Jahrgang. 4. Folge. 1874. 75. 8.

Von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1876. 8.

Vom naturwissenschaftlich-medizinischen Verein in Innsbruck:

Berichte. VI. Jahrgang. 1875. 8.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:

Correspondenz-Blatt. 29. Jahrgang. 1875. 8.

Von der k. ungarischen Akademie der Wissenschaften in Pest:

a) Icones selectae Hymenomycetum Hungariae. Pars II. III. 1874. Fol.
b) Mathematikai közlemények (Mathematische Mittheilungen). Bd. 7. 8. 9. 10. 1869—75. 8.

Vom k. b. Ministerial-Forstbureau in München:

Forstliche Mittheilungen. V. Bd. (der ganzen Reihe 17. Heft.) 1876. 8.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. 1876. 8.

Von der Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. Année 1874—75. 8.

Von der R. Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Anno 271. Serie 2. Vol. I. 1873—74.
„ 272. „ „ „ II. 1874—75. 4.

Von der medical and chirurgical Society in London:

Transactions. Vol. LVIII. 1875. 8.

Von der Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. XXXVI. 1876. 8.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XXII. 1875. Revue bibliographique E. 1875. 8.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

a) Annuario. Serie II. Anno IX. Fasc. III. und IV.
b) Catalogo della biblioteca. Punt: prima 1875. 8.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

a) Verhandelingen. Afdeeling Natuurkunde. Deel XV. 1875. 4.
b) Verslagen en Mededeelingen. Afd Natuurkunde. 2. Rks. Deel. IX. 1876. 8.

Vom Museum of comparative Zoölogy at Harvard College in Cambridge:

Annual Report of the Trustees. 1875. 8.

Von der Redaktion des American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science and Arts. 3. Series. Vol. X. No. 60 und Vol. XI. No. 61. 1875. 8.

Vom Museum of comparative zoölogy at Harvard College in Cambridge:

a) Annual Report for 1874. Boston 1875. 8.
b) Illustrated Catalogue of the Museum. No. VIII. Zoölogical Results of the Hassler Expedition II. 1875. 4.

Von der American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings. Vol. 23. 1876. 8.

Von der American Medical Association in Washington:

Transactions. Vol. 26. Philadelphia 1875. 8.

Von der Society of Natural Sciences in Buffalo:

Bulletin Vol. III. 1875. 8.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

a) Anuario meteorologico 1871—72. 8.
b) Estadística comercial de la república de Chile 1873. Valparaiso 1874. 4.
c) Cuarto apendice al reino mineral de Chile, de don Ignacio Domeyko. 1874. 8.
d) Colonizacion de Llanquichue, Valdivia i Arauco por José Ant. Varas i Adolfo Ibañez. 1872. 8.
e) Proyecto de código de minería. 1874. 8.

Von der Akademie der Wissenschaften in Krakau:

a) Rozprawy i Sprawozdania z posiedzeń math. Tom. 2. 1875. 8.
b) Sprawozdanie komisyi fizyograficznéj. Tom. 9. 1875. 8.

Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1871. XXVII. Jahrgang. 1876. 8.

Vom botanischen Verein in Landshut:

Fünfter Bericht über die Vereinsjahre 1874/75.

Vom naturforschenden Verein in Brünn:

a) Verhandlungen. XIII. Bd. 1874. 8.
b) Katalog der Bibliothek 1874. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Dorpat:

a) Sitzungsberichte. 4. Bd. 1875. 8.
b) Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlandes. 2 Serie. Biologische Naturkunde. 5. Bd. 1875. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein von Neu- Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. 7. Jahrgang 1875. 8.

Vom statistischen Bureau in Budapest:

Die Sterblichkeit in der Stadt Pest in den Jahren 1872. 1873 und deren Ursachen. Von Jos. Körösi. 1876. 8.

Von der Sternwarte in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 11. und 12. Jahrgang. 1874. 1875. Supplementband 2. Lieferung. 1876. 4.

Vom Verein für Naturkunde in Fulda:

IV. Bericht. 1876. 8.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. VI. Bd. 1876. 8.

Von der geologischen Reichsanstalt in Wien:

a) Jahrbuch. Jahrg. 1876. Bd. XXVI. 1876. 4.
b) Verhandlungen 1876. 4.

Vom Verein für wissenschaftliche Unterhaltung im Hamburg:

Verhandlungen. Bd. II. 1876. 8.

Von der Chemical Society in London:

Journal. Ser. 2. Vol. XIV. 1876. 8.

Von der Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. VII. Part. V. VI. No. 62. 63. 1875. 8.

Von der R. Astronomical Society in London:

Memoirs. Vol. XLII. 1873—1875. 4.

Von der Société Entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XVIII. 1875. 8.

Von der Académie R. de Médecine de Belgique in Brüssel:

Mémoires couronnés et autres mémoires. (Collection in 8.) Tom. III. IV. Fasc. 1876. 8.

Vom Radcliffe Observatory in Oxford:

Radcliffe Observations. Vol, XXXIII. 1873. 8.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. Tom. XI. Fasc. 1. 1876. 8.

Von der kais. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Repertorium für Meteorologie. Ueber den täglichen und jährlichen Gang der Feuchtigkeit in Russland. Von H. Wild. 1875. 4.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

Annuario. Anno X. 1876. 8.

Von der Société de géographie in Paris.

Bulletin. Avril 1876. 8

Von der Società toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Vol. II. 1875—76. 8.

Von der Ohio State Agricultural Society in Columbus:

29. Jahresbericht für das Jahr 1874. 8.

Von der Peabody Academy of science in Salem:

a) 6. annual Report for the year 1873. 8.
b) The American Naturalist. Vol. IX. 1874—75. 8.

Vom Herrn August Vogel in München:

Einige Ansprüche des Landbaues auf Steuer- und Zollentlastung. Berlin 1876. 8.

Vom Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

Die Zwillingsverwachsung der triklinen Feldspathe nach dem sogen. Periklin Gesetze. 1876. 8.

Von Herrn Emil Czyrniunski in Krakau:

Mechanisch-chemische Theorie der sinnlichen Welt 1876. 8.

Vom Herrn Ernst Häckel in Jena:

Die Perigenesis der Plastidule oder die Wellenzeugung der Lebenstheilchen. Berlin 1876. 8.

Vom Herrn Franz Kremer in Chemnitz:

Phanerogamen-Flora von Chemnitz und Umgegend. 1875. 4.

Vom Herrn Albert Kölliker in Würzburg:

Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig 1876. 8.

Vom Herrn J. R. Mayer in Stuttgart:

Die Torricellische Leere und über Auslösung. 1876. 8.

Vom Herrn R. Hoppe in Leipzig:

Archiv für Mathematik und Physik. 59. Theil 1876. 8.

Vom Herrn Moriz A. Stern in Göttingen:

Ueber eine Eigenschaft der Bernoullischen Zahlen. Berlin 1876. 4.

Vom Herrn G. Omboni in Venedig:

Delle antiche morene vicine ad Arco nel Trentino. 1876. 8.

Vom Herrn Ferd. von Müller in Melbourne:

a) Fragmenta phytographiae Australiae. Vol. VII. 1869—71. 8.
b) Descriptive Notes on Papuan Plants. I. 1871. 8.

Vom Herrn M. E. Quetelet in Brüssel:

La tempête du 12. Mars 1876. 8.

Vom Herrn George M. Wheeler in Washington:

Annual Report upon the geographical Explorations and Surveys West of the one hundredth Meridian. 1875. 8.

Vom Herrn Giovanni Luvini in Turin:

a) Presentazione di un modello di dieteroscopio 1876. 8.
b) Le diéthéroscope, IIIe communication 1876. 8.

Vom Herrn M. Daubrée in Paris:

a) Formation contemporaine de diverses espèces minérales cristallisées 1876. 8.
b) Association du platine natif à des roches. 1876 8.

Vom Herrn J. Macpherson in Cadiz:

a) On the origin of the Serpentine of the Ronda Mountains. Madrid. 1876. 8.
b) Sobre las rocas eruptivas de la provincia de Cádiz 1876. 8.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. XXVIII. 1876. 8.

Vom siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt.

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 26 1876. 8.

Von der zoologischen Station in Neapel:

I. Jahresbericht. Leipzig 1876. 8.

Von der Academy of Sciences in San Francisco:

Proceedings. Vol. V. Part. 3 1875. 8.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XXIII. 1876. Comptes rendus des séances. 1875. 76. 8.

Vom Herrn Ernst Ziegler in Würzburg:

Untersuchungen über pathologische Bindegewebs- und Gefässneubildung. Mit 7 Tafeln. 1876. 8.

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Bd. 13. 1876. 8.

Vom Herrn R. Clausius in Bonn:

Die mechanische Wärmetheorie. 2. Aufl. Bd. I. Braunschweig 1876. 8.

Vom Herrn F. V. Hayden in Washington:

Miscellaneous Publications. No. 5. 1875. 8.

Vom Herrn M. C. Marignac in Genf:

Sur les chaleurs spécifiques des solutions salines. 1876. 8.

Vom Herrn Gustavus Hinrichs in Jowa City:

a) The great Jowa Meteor. New-York 1875. 8.
b) Biographical Sketch of Wilhelm von Haidinger. Davenport 1872. 8.
c) Six notes de chimie moléculaire sur la rotation des molécules. Paris 1874—5 4.
d) Jowa Weather Review 1875. No. I.—III. 1875. 4.
e) Monthly Results of Meteorological Observations. 1875. 8.

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig.

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Bd. 12 und 13. 1875. 76. 8.

Vom Herrn J. G. Galle in Breslau:

Ueber eine Bestimmung der Sonnen-Parallaxe aus correspond. Beobachtungen des Planeten Flora. 1875. 8.

Vom Herrn Alex. Ecker in Freiburg:

Zur Kenntniss der Wirkung der Skoliopädie des Schädels auf Volumen, Gestalt und Lage des Grosshirns und seiner einzelnen Theile. Braunschweig 1876. 4.

Vom Herrn Ferd. von Müller in Melbourne:

Descriptive Notes on Papuan Plants. I. 1875. 8.

Vom Herrn Carl Guillermo Moesta in Dresden:

Observaciones astronomicas hechas en el Observatorio nacional de Santiago de Chile en los años de 1856 á 1860. Tomo II. 1875. 4.

Vom Herrn E. Van de Vyvere in Brüssel:

Observation de l'Alloxantine. 1876. 8.

Vom Herrn Francesco Orsoni in Pisa:

Ricerche elettro-dinamiche sulle Rotazioni paleogeniche. 1876. 4.

Vom Herrn Ernst Quetelet in Brüssel:

Annales météorologiques de l'Observatoire R. de Bruxelles. 1874. Huitième Année. 1875. 4.

Vom Herrn George M. Wheeler in Washington:

Geographical Explorations and Surveys West of the 100th Meridian. Topographical Atlas, by G. M. Wheeler 1874. Fol.



Fig. I.



Vom Herrn Francesco Orsoni in Pisa:

Ricerche elettro-dinamiche sulle Rotazioni paleogeniche. 1876. 4.

Vom Herrn Ernst Quetelet in Brüssel:

Annales météorologiques de l'Observatoire R. de Bruxelles. 1874. Huitième Année. 1875. 4.

Vom Herrn George M. Wheeler in Washington:

Geographical Explorations and Surveys West of the 100th Meridian. Topographical Atlas, by G. M. Wheeler 1874. Fol.

Zu Dr. v. Bischoff's Abhdl. über das Gehirn eines Orang-Outang

Fig. I.

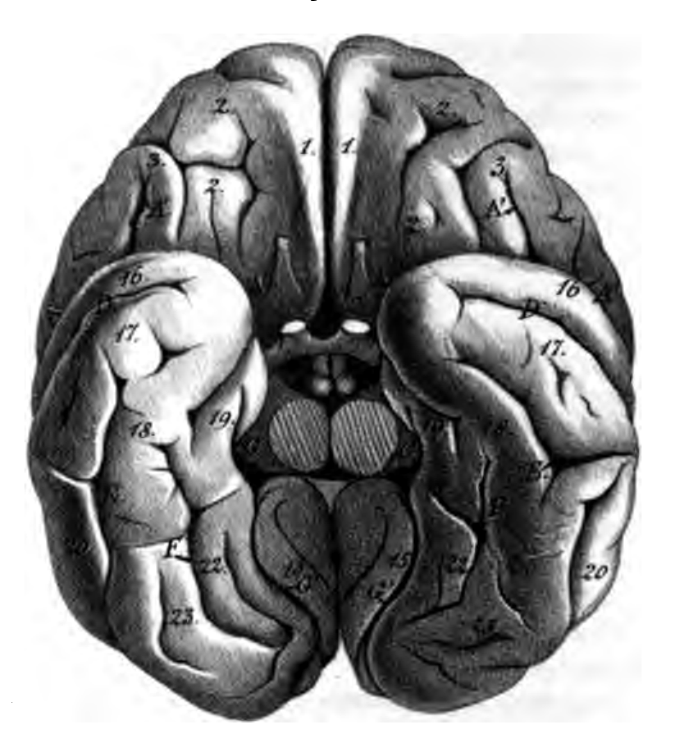


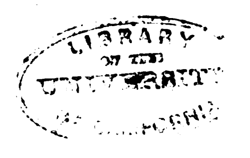


Zu Dr. v. Bischoff's Abhdl. über das Gehirn eines Orang-Outangs.



Fig. II.





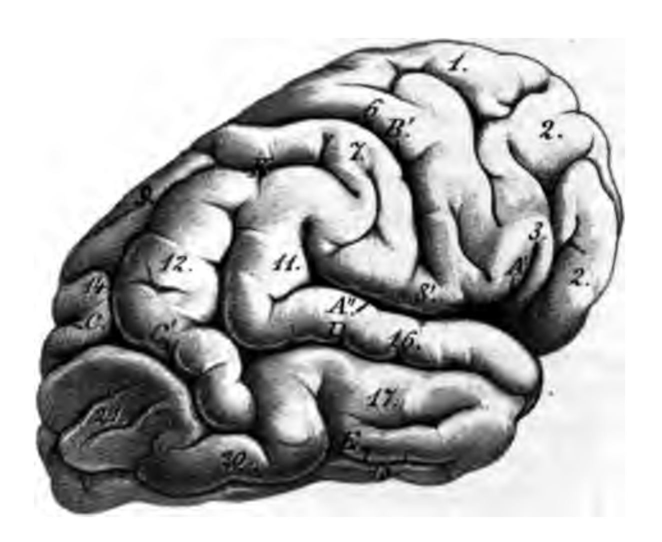
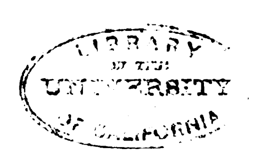


Fig. III.



Fig. IV.





Zu Dr. v. Bischoff's Abhdl. über das Gehirn eines Orang-Outangs.

Fig. V.

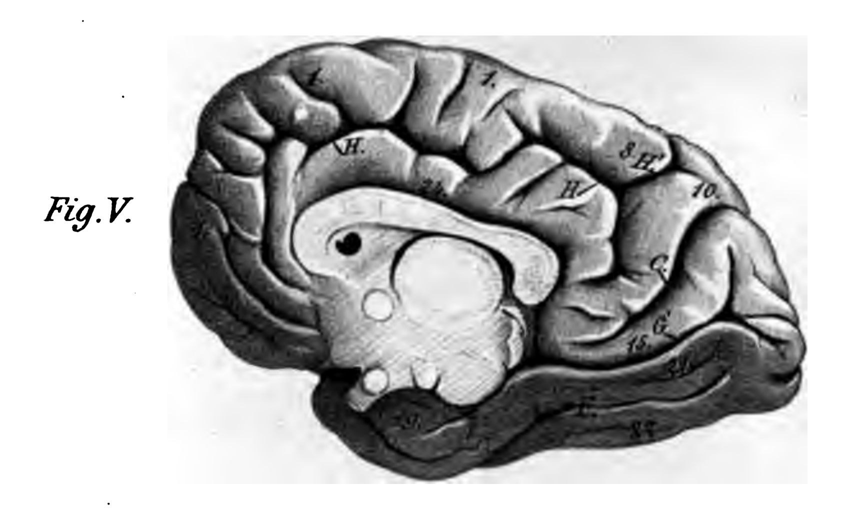


Fig. VI.



Sitzung vom 6. November 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Seidel legt nachstehende Abhandlung vor:

„Ueber den Gültigkeitsbereich der Taylorschen Reihenentwickelung von dem correspondirenden Mitgliede Herrn **P. du Bois-Reymond** in Tübingen".

Bedingungen, welche für die Taylorsche Entwickelbarkeit einer Function genügen, ergeben sich, wenn es sich um Functionen reeller Veränderlichen handelt, aus den bekannten Restausdrücken, während Cauchy's berühmte Regeln Aehnliches leisten für Functionen, welche man von complexen Argumenten abhängen lässt. Von den nothwendigen Bedingungen für die Taylorsche Entwickelung, falls dergleichen vorhanden sind, haben wir aber nicht die geringste Vorstellung; ja ich glaube sogar, dass über den Spielraum, welchen sie gewähren könnten, irrige Ansichten allgemein verbreitet sind.

Gegenstand dieser kleinen Mittheilung sind einige Bemerkungen über die Gültigkeit der Taylorschen Entwickelung bei Functionen einer reellen Veränderlichen.

1.

Setzen wir

$$f(x+h) = f(x) + hf'(x) + \cdots \frac{h^{n-1}}{(n-1)!}, f^{(n-1)}(x) + R_n$$

so lautet das Restintegral und der Lagrangesche Rest:

$$R_n = \int_x^{x+h} d\alpha\, f^{(n)}(\alpha) \frac{(x+h-\alpha)^{n-1}}{(n-1)!} = \frac{h^n}{n!} f^{(n)}(\xi)\,,\ x \leqq \xi \leqq x+h\,.$$

Damit das Integral mit ins Unbegrenzte wachsendem n der Null sich nähere, würde es zwar nicht nothwendig sein, aber genügen, dass die Function unter dem Integralzeichen verschwindet, eine Bedingung, die ihrerseits dadurch wieder zwar noch mehr eingeschränkt, jedoch sehr vereinfacht würde, dass man statt der zwischen Null und h sich bewegenden Grösse $x+h-\alpha$ die Grösse h einführte. Aber wenn wir statt des Integrals den Lagrangeschen Rest zu Grunde legen, so erhalten wir direct eine vortheilhaftere Bedingung, nämlich die, dass

$$\lim_{n=\infty} \frac{h^n f^{(n)}(\alpha)}{n!}$$

verschwinden müsse für jeden Werth α des Intervalls $x \leqq \alpha \leqq x+h$. Diese ausreichende Bedingung wollen wir uns etwas näher ansehen.

2.

Man hat:

$$n! = u\sqrt{2\pi}\, e^{(n+\frac{1}{2})\, l n - n}$$

wo $\lim_{n=\infty} u = 1$. Demnach lautet die Entwickelbarkeitsbedingung:

$$f^{(n)}(\alpha) < e^{n\, l n + n(l \frac{1}{h} - 1) + \frac{1}{2} l n}$$

Ist diese Bedingung erfüllt für $x \leqq \alpha \leqq x + h_1$, so gilt die Taylorsche Entwickelung für x und $h \leqq h_1$. Ist dagegen, unter Vernachlässigung des Logarithmus im letzten Gliede des Exponenten, die kürzere Bedingung

$$f^{(n)}(\alpha) < e^{n\, l n + n(l \frac{1}{h} - 1)}$$

für $x \leqq \alpha < x + h_1$ erfüllt, so ist die Gültigkeit der Ent-

wicklung nur für x und $h < h_1$ nachgewiesen. Die sich hieran knüpfende wichtigste Aufgabe wäre, die vorstehende Bedingung für die nte Ableitung in Eigenschaften der Function selbst zu übersetzen. Es ist mir jedoch trotz mehrfacher Bemühungen in dieser Richtung Nichts geglückt, was der Rede werth wäre. Doch schon die blosse Aufstellung jener Bedingung veranlasst Ueberlegungen, die hinsichtlich des Gültigkeitsumfangs der Taylorschen Entwickelung unsere Vorstellungen zu berichtigen geeignet sind.

3.

Wenn die vorstehende Bedingung auch nicht die nothwendige ist, so kann man z. B. soviel aussagen, dass, falls das Unendlich nach n von $f^{(n)}(\alpha)$ für ein ganzes Intervall von α eine gewisse Grösse übersteigt, die Function für Werthe von x und $x + h$, die diesem Intervall angehören, nicht entwickelbar ist. Nun nimmt man gewöhnlich an, dass die Stetigkeit einer Function und ihrer sämmtlichen Ableitungen ihre Taylorsche Entwickelbarkeit bedinge. Danach müsste also die Stetigkeit der Ableitungen der Function mit dem Unendlich nach n der nten Ableitungen in unmittelbaren Zusammenhang stehen. Möglich ist das schon, aber ich muss bekennen, dass die Entdeckung einer solchen Beziehung, nach welcher aus der Stetigkeit von $f^{(n)}(x)$ eine Grenze für das Unendlich nach n von $f^{(n)}(x)$ folgte, mich ungemein überraschen würde.

Man steht also einerseits unter dem Einfluss der mit der mathematischen Muttermilch eingesogenen Vorstellung, dass eine in einem Intervall mit allen ihren Ableitungen stetige Function für jeden Werth x jenes Intervalls, höchstens einzelne Puncte ausgenommen, in denen ihr analytischer Sinn undeutlich wird, und für hinreichend kleine Werthe von h sich auf die Taylorsche Weise convergent entwickeln lassen müsse, andererseits erzeugen die obigen Ueberleg-

ungen den Verdacht, dass die Brauchbarkeit dieser Entwickelungsart durch die Stetigkeit der Ableitungen einer Function nicht nothwendig bedingt werde, sondern auf anderen Functionaleigenschaften beruhe. Dem Schwanken zwischen diesen beiden Standpuncten wird, wie in anderen ähnlichen Fällen, ein Ende gemacht durch sorgfältiges Erwägen der Umstände, unter denen die in Rede stehende Formel versagen kann. So gelangt man denn zu folgender einfachen und entscheidenden Frage:

Giebt es mit ihren sämmtlichen Ableitungen stetige Functionen einer reellen Veränderlichen x, die für keinen besonderen Werth von x einer besonderen Erklärung bedürfen, bei denen gleichwohl in einem Puncte $x = x_1$ die Taylorsche Entwickelung $f(x_1 + h) = f(x_1) + hf'(x_1) + \cdots$ für jeden Werth von h versagt?

Hat man nämlich erst eine Function, welche einen solchen Punct x_1 besitzt, so giebt es verschiedene Kunstgriffe, um aus dieser Function andere zu bilden, die dergleichen Puncte in jeder kleinsten Strecke der Veränderlichen haben, woraus dann weiter sich schliessen lässt, dass diese neuen Functionen überhaupt nicht nach der Taylorschen Reihe entwickelbar sind.

Nun, diese Frage einmal gestellt, bieten sich mancherlei Functionen dar, die sie zu bejahen zwingen. Ich werde im Folgendem zwei Functionen besprechen, von denen die erstere, ob sie gleich zusammengesetzter ist, mir doch in Rücksicht auf die hier verfolgten Ziele die entscheidende zu sein scheint, während gegen das Gewicht des zweiten, übrigens bekannten Beispieles schwer zu entkräftende Einwendungen erhoben werden können.

4.

Es sei also erstens vorgelegt die Function:

$$f(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{(-1)^{p+1}}{2p!} \cdot \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2},$$

in der die Grössen a_p mit unendlich werdendem p gegen Null abnehmen, wie z. B. $a_p = 2^{-p}$.

Die Function f(x) ist 1. sammt allen ihren Ableitungen stetig, 2. nicht nach x entwickelbar.

Wir wollen diese Eigenschaften durch Rechnung bestätigen.

Die Reihe ist zunächst gliedweise differenzirbar nach einem Satze, den man sich leicht beweisen kann, und der besagt, dass eine Reihe $\sum_{p=1}^{p=\infty} \varphi_p(x)$ zum Differentialquotienten die Reihe $\sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{d\varphi_p(x)}{dx}$ hat in jedem Puncte $x = x_1$, für welchen letztere „vollständig convergirt", d. i. für den der Rest $R_m(x) = \sum_{p=m}^{p=\infty} \frac{d\varphi_p(x)}{dx}$ verschwindet, wie man auch gleichzeitig oder nacheinander m unendlich werden und $x_1 - x$ verschwinden lassen möge.

Um diesen Satz anwenden zu können, müssen wir das Glied der Reihe f(x), also die Grösse $\frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$ n mal differenziren.

Wir setzen:

$$\frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2} = \frac{x^{2p-1}}{2}\left\{\frac{1}{x + a_p i} + \frac{1}{x - a_p i}\right\},$$

und wenden auf den Ausdruck $\frac{x^{2p-1}}{x \pm a_p i}$ die Formel $\frac{d^n uv}{dx^n}$

$= uv^{(n)} + nu'v^{(n-1)} +$ etc. an, indem wir $u = x^{2p-1}$, $v = \frac{1}{x \pm a_p i}$ annehmen.

Man erhält so:

$$\frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p-1}}{x \pm a_p i} = \frac{n!(-1)^n}{2} x^{2p-n} \cdot \left\{ \quad \right\},$$

wo die Klammer $\left\{ \quad \right\}$, wenn $\frac{x}{x \pm a_p i} = \gamma$ gesetzt wird, die Grösse enthält:

$$\gamma^{n+1} - (2p-1)\gamma^n + \frac{(2p-1)(2p-2)}{1 \cdot 2} \gamma^{n-1} - \cdots$$
$$\pm \frac{(2p-1)(2p-2)\cdots(2p-n)}{1 \cdot 2 \cdots n} \gamma.$$

Es handelt sich darum, eine obere Grenze für den numerischen Werth von $\frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$ aufzustellen. Wir vereinigen zu dem Zweck die in dem Zeichen $\frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p-1}}{x \pm a_p i}$ enthaltenen Ausdrücke, indem wir:

$$\left(\frac{x}{x + a_p i}\right)^r + \left(\frac{x}{x - a_p i}\right)^r = 2\left(\frac{x^2}{x^2 + a_p^2}\right)^{\frac{r}{2}} \cos(r\lambda)$$

setzen, wo $\lambda = \operatorname{arctg} \frac{a_p}{x}$. Die Grösse rechts kann Zwei nicht erreichen.

Es bleibt also

$$\frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$$

weit unter

$$(n+1)! \cdot (2p-1)(2p-2)\cdots(2p-n)\, x^{2p-n}$$

und das Glied:

$$2 \cdot \frac{(-1)^{p+1}}{2p\,!} \frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$$

bleibt daher ebenfalls weit unter:

$$(n+1)! \; \frac{x}{2p} \cdot \frac{x^{2p-n-1}}{(2p-n-1)!},$$

so dass die Reihe, welche durch $n$malige Differentiation unserer vorgelegten Reihe $f(x)$ entsteht, durchweg, also auch im Puncte $x = o$, vollständig convergirt, daher sie der $n$te Differentialquotient von $f(x)$ ist, und wie $f(x)$ durchweg stetig ist.

Weiter ist zu zeigen, dass die Potenzentwickelung von

$$f(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{(-1)^{p+1}}{2p!} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$$

nicht convergirt. Zu dem Zweck bestimmen wir die Coefficienten der Reihe $f(x) = f(o) + xf'(o) + \cdots$.

Wir haben zuerst:

$$\frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2} = \sum_{q=o}^{q=\infty} \frac{(-1)^q \cdot x^{2(p+q)}}{a_p^{2(q+1)}}$$

und

$$f(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \sum_{q=o}^{q=\infty} \frac{(-1)^{p+q+1} \, x^{2(p+q)}}{2p! \; a_p^{2(q+1)}}$$

Ordnen wir diesen Ausdruck nach Potenzen von x, indem wir $p + q = r$ setzen, so folgt:

$$f(x) = \sum_{r=1}^{r=\infty} (-1)^{r+1} x^{2r} \sum_{p=1}^{p=r} \frac{1}{2p! \; a_p^{2(r-p+1)}}$$

Dies ist die fragliche Potenzentwickelung, die unzweifelhaft für jedes x divergirt. Denn man nehme z. B. an:

$$a_{\lambda-1} > x > a_\lambda ,$$

so zerfällt $f(x)$ in die Theile:

$$\sum_{r=1}^{r=\infty}(-1)^{r+1}x^{2r}\sum_{p=1}^{p=\lambda-1}\frac{1}{2p!\;a_p^{2(r-p+1)}}$$

$$\sum_{r=1}^{r=\infty}(-1)^{r+1}x^{2r}\sum_{p=\lambda}^{p=r}\frac{1}{2p!\;a_p^{2(r-p+1)}},$$

in deren erstem die innere Summe, falls $r < \lambda$, nur bis r genommen zu denken ist. Der erste Theil ist endlich, der zweite $\pm\infty$.

5.

Scheinbar viel einfacher ist folgendes Beispiel:

$$\varphi(x) = e^{-\frac{1}{x^2}}$$

Auch diese Function ist nicht nach steigenden Potenzen von x entwickelbar, dabei aber mit ihren sämmtlichen Differentialquotienten stetig. Nur ist hier die Schwierigkeit, dass die Werthe $\varphi(o)$, $\varphi'(o)$, .. besonderer Festsetzungen bedürfen, wenn unter diesen Werthen das verstanden wird, was man durch Berechnung der Function für den vorgelegten Zahlenwerth $x = o$ erhält, und nicht einen $\text{Limes}_{x=o}\,\varphi(x)$, etc. Man kann durch geeignete Festsetzungen diese Bedenken auch bei Functionen wie $\varphi(x)$ beseitigen, aber auf Kosten ihrer Einfachheit. Die Function $\varphi(x)$ ist entweder als

$$\Sigma\frac{1}{p!}\left(-\frac{1}{x^2}\right)^p$$

oder als

$$\frac{1}{\Sigma\frac{1}{p!}\left(+\frac{1}{x^2}\right)^p}$$

aufzufassen. Bei Ausschluss von $x = o$ ist die Gleichartigkeit beider Definitionen offenbar. Aber für $x = o$ ist die erste ganz werthlos und die zweite setzt die Gleichheit $\frac{1}{\frac{1}{0}} = o$ voraus. Man wird daher, um $\varphi(x) = e^{-\frac{1}{x^2}}$ für alle

Werthe von x auf gleiche Weise definiren zu können, diese Grösse als $\text{Limes}_{\varepsilon=0}\varphi(x \pm \varepsilon)$ auffassen müssen. Dies wird aber lästig, wenn man, wie im Folgenden, eine Summe von unbegrenzt vielen Functionen $\varphi(x)$ bildet, für Argumente, die schliesslich einander unendlich nahe rücken. Alsdann scheint diese Auffassung sogar die erheblichsten Schwierigkeiten im Gefolge zu haben, wenn man den deutlichen Sinn der analytischen Ausdrücke nicht aus dem Auge verlieren will. Aus diesem Grunde habe ich eben vorgezogen, als Beispiel (Art. 4) eine Function hinzustellen, die für alle Werthe des Arguments die gewöhnliche Bestimmung eines Reihenwerthes:

$$\sum_{p=1}^{p=\infty} u_p = \lim_{q=\infty} \sum_{p=1}^{p=q} u_p$$

gestattet, wo jeder Term u_p für jeden Werth von x mit beliebiger Genauigkeit berechenbar ist.

6.

Was nun die Theorie dieser Beispiele betrifft, so stellen sie eine besondere Art Stetigvieldeutigkeiten dar. Die Function:

$$f(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{(-1)^{p+1}}{2p!} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$$

ist, wenn man statt x einsetzt $z = x + iy$, stetig und eindeutig, bis auf die Puncte

$$x = o \;,\; y = \pm a_p \;,\; p = 1,\, 2,\, \cdots$$

in denen sie unendlich wird. Einen um den Punkt $z = o$ construirbaren Convergenzkreis hat sie also nicht, natürlich, denn sie ist dort unstetig, wenn man z. B. in der y Richtung in den Punkt $z = o$ gelangt. Das Neue ist nur, dass beim Durchgang durch den Punkt $z = o$ in der xRichtung die Function mit allen in dieser Richtung genommenen

Differentialquotienten stetig ist. Aehnliches gilt von dem zweiten Beispiel $\varphi(x) = e^{-\frac{1}{x^2}}$. Gelangt man durch die y Axe in dem Punct $z = o$, so wird $\varphi(z)$ unendlich, während von der x Axe her $\varphi(z)$ Null wird.

7.

Um nun von der Function $f(x)$ aus andere abzuleiten, welche die Singularität von $f(x)$ für $x = o$ in jedem kleinsten Intervall besitzen, giebt es verschiedene Kunstgriffe. Man kann z. B. so verfahren.

Wir wollen die Function nur in dem Gebiet

$$-1 \leqq x \leqq +1 \ , \ o \leqq y \leqq +1$$

betrachten, und wollen sie so bestimmen, dass sie in den Puncten

$$z = x_q^{(p)} + ia_p$$

dieses Gebietes unendlich werde, wo:

$p = o, 1, 2, \cdots$ in inf. sei,
q die ganzen Zahlen zwischen -2^p und $+2^p$, diese eingerechnet, vorstelle,

$$x_q^{(p)} = \frac{q}{2^p},$$

$$a_p = \frac{1}{2^p}$$

gedacht ist. Ferner setzen wir:

$$\lambda_q^{(p)}(x) = \frac{(x - x_q^{(p)})^{2p}}{(x - x_q^{(p)})^2 + a_p^2},$$

und bilden die Doppelsumme:

$$\sum_{p=o}^{p=\infty} \sum_{q=-2p}^{q=+2p} \mu_{pq} \lambda_q^{(p)}(x),$$

in welcher wir den Zahlencoefficienten μ_{pq} zu

$$\frac{(-1)^{p+1}}{2p\,!} \cdot \frac{1}{2^{p+1}} \cdot \varrho_{pq}$$

bestimmen, unter ϱ_{pq} weitere Zahlen verstanden, die ich für das hier zu Zeigende auch gleich Eins annehmen konnte, und nur stehen lasse, um bei einer anderen Gelegenheit mich darauf zu beziehen. Die ϱ_{pq} sollen unter einer endlichen Grenze bleiben.

8.

Die Function:

$$F(x) = \sum_{p=0}^{p=\infty} \sum_{q=-2p}^{q=+2p} \left(-\frac{1}{2}\right)^{p+1} \frac{1}{2p\,!} \cdot \varrho_{pq} \cdot \frac{(x - x_q^{(p)})^{2p}}{(x - x_q^{(p)})^2 + a_p^2}$$

ist erstens für $-1 \leqq x \leqq +1$ stetig mit ihren sämmtlichen Differentialquotienten. Denn $F(x)$ als nach p fortschreitende Reihe gedacht, lautet ihr Glied:

$$\sum_{q=-2p}^{q=+2p} \left(-\frac{1}{2}\right)^{p+1} \frac{1}{2p\,!} \cdot \varrho_{pq} \cdot \lambda_q^{(p)}(x)\,,$$

und der $n$te Differentialquotient dieses Gliedes bleibt nach Art. 4 weit unter:

$$\sum_{q=-2p}^{q=+2p} \frac{1}{2^p} \frac{(n+1)\,!}{2} \cdot \varrho_{pq} \cdot \frac{x - x_q^{(p)}}{2p} \cdot \frac{(x - x_q^{(p)})^{2p-n-1}}{(2p-n-1)\,!}$$

also, weil $x_q^{(p)}$ und x zwischen -1 und $+1$ sich bewegen, der Unterschied daher 2 nicht übersteigen kann, bleibt er weit unter:

$$\varrho \cdot (n+1)\,! \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{2^{p-n-1}}{(2p-n-1)\,!},$$

wo ϱ nicht grösser als das grösste der ϱ_{pq}. Hieraus folgt die behauptete Stetigkeit.

Was sodann die Entwickelbarkeit von $F(x+h)$ in eine Reihe der Form $F(x) + hF'(x) + \cdots$ anlangt, für Werthe von x und h die der Ungleichheit $-1 \leqq x\,,\, x+h \leqq +1$ genügen, so setzen wir

$$F_N(x) = \sum_{p=0}^{p=N} \sum_{q=-2p}^{q=+2p} \mu_{pq} \lambda_q^{(p)}(x)\,.$$

Der grösste Convergenzkreis, in welchem die Function $F_N(x+h)$ nach Potenzen von h entwickelbar ist, wenn x

die Strecke $-1 \leqq x \leqq +1$ nicht verlässt, hat den Halbmesser

$$\frac{\sqrt{5}}{2^{N+1}},$$

der also mit N^{-1} verschwindet. Es wäre freilich, weil diese Maximalhalbmesser gerade für $N = \infty$ unstetig sein könnten, noch direct zu zeigen, dass die Function $F(x)$ nicht entwickelbar ist, doch wollen wir hier diese Rechnung nicht anstellen.

9.

Zum Schluss hebe ich noch eine bemerkenswerthe Function hervor:

$$\Phi(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \mu_p \sin px\ ,$$

unter μ_p solche Zahlen gedacht, dass das Unendlich von μ_p^{-1} grösser als das einer Potenz von p, kleiner als das einer Potenz von e^p sei, wie z. B. $e^{\sqrt{p}}$. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit [1]) darauf aufmerksam gemacht, dass eine Function $\Sigma\mu_p \sin px$ nicht aus dem Reellen ins Imaginäre durch Einsetzen eines complexen Werthes für x fortgesetzt werden kann, wenn nicht $\mu_p < e^{-\nu p}$, ν beliebig klein. Andererseits ist $\Phi(x)$ mit allen Differentialquotienten stetig, wenn $\mu_p < p^{-n}$, n beliebig gross. Ist also in der That, wie für $\mu_p = e^{-\sqrt{p}}$:

$$e^{-\nu p} < \mu_p < p^{-n},$$

so ist die Function $\Phi(x)$ in der reellen Linie mit sämmtlichen Differentialquotienten stetig, während $\Phi(x + iy)$ nicht existirt. Was die Entwicklung von $\Phi(x)$ anlangt, so folgt die Divergenz von

$$\Phi(x + h) = \sum_{q=0}^{q=\infty} \sum_{p=0}^{p=\infty} \frac{e^{-\sqrt{p}} (hp)^q}{q!} \sin \left[px + \frac{q\pi}{2}\right]$$

---

1) Abh. d. K. Bayer. Ak. II. Cl. Bd. XII, II. Abth. Untersuchungen über die Convergenz etc., Einleitung, pag. III.

zwar schon daraus, dass, wenn man z. B. nur die Glieder berücksichtigt, für die $p = q^r$, $r > 1$, der Zahlencoefficient

$\frac{e^{-\sqrt{p}}(hp)^q}{q!}$ für jedes h unendlich wird. Es kann aber allerdings auch hier der (wie alle ähnlichen) schwierige Nachweis verlangt werden, dass die übrigen Terme dieses Unendlichwerden nicht aufheben.

Est ist also $\Phi(x)$ für complexe x nicht vorhanden, im Reellen mit sämmtlichen Ableitungen stetig, aber nicht entwickelbar.

Tübingen, October 1876.

Sitzung vom 2. Dezember 1876.

Der Classensekretär legt vor und bespricht nachstehende Mittheilung:

„Ueber Heubachit, ein natürlich vorkommendes Kobaltnickeloxydhydrat. Von dem auswärtigen Mitgliede F. Sandberger.

Fortgesetzte Studien über die an merkwürdigen und neuen Mineralien so reichen Erzgänge des nordöstlichen Schwarzwalds führten im Sommer 1875 zu einer Untersuchung der grossen Halde der Grube St. Anton im Heubachthale bei Wittichen, ungefähr 3 Stunden von Wolfach an der Kinzig entfernt. Hier war noch in den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts gediegen Silber in Menge eingebrochen, bis der Gang durch eine Kluft vollständig abgeschnitten wurde. Die Ausbeute betrug auf einer sehr kleinen Fläche von 1836—1850 nicht weniger als 3165 Mark Feinsilber im Werthe von 74,555 Gulden. Sie wurde fast nur aus schiefwinkelig gestricktem gediegen Silber gewonnen, welches in röthlichem und weissem Baryt oder zersetztem Speiskobalt eingewachsen erschien und wegen seiner Schönheit in viele Sammlungen gelangt ist. Neben diesem Metalle fand auch eine ansehnliche Production von Kobalterzen statt, namentlich wurde nickelhaltiger Speiskobalt, frisch und in allen Stadien des Zersetzung bis zur Aus-

scheidung von Kobalt- und Nickelblüthe gewonnen. Was man früher schwarzen Erdkobalt von Wittichen nannte, ist von mir [1]) längst als ein aus gediegenem Arsen, arseniger Säure und Kobaltblüthe mit einem Rest von Speiskobalt bestehendes Gemenge nachgewiesen worden. Für ächten Erdkobalt (Asbolan) glaubte ich nur ein sehr selten auf Klüften des Baryts in kleinen Kügelchen auftretendes Mineral halten zu dürfen [2]), welches aber nicht in genügender Menge isolirt werden konnte. Beim Zerschlagen von Schwerspath-Blöcken, die auf der erwähnten Halde lagen, erhielt ich ausser anderen interessanten Mineralien auch die fragliche Substanz in grösserer Quantität. Ich war erstaunt das Pulver derselben statt schwarz braun zu finden und nur eine schwache Manganreaction zu erhalten. Ich vermuthete daher in derselben Frenzels Heterogenit [3]). Allein neue, im Sommer 1876 gesammelte Stücke zeigten merkliche Differenzen der Härte und des specifischen Gewichts, welche durch eine quantitative Analyse als wesentlich bestätigt wurden. Das Endresultat der Untersuchung war, dass ein neues Mineral vorliege, dessen Charakteristik zunächst folgen soll.

Der Heubachit, wie ich es nenne, überzieht Klüfte von Schwerspath meist nur in papierdünnen russähnlichen Anflügen, seltener in dickeren plattenförmigen Dendriten und kleinkugeligen Aggregaten, deren Oberfläche nicht glatt, sondern mit kleinen Wärzchen bedeckt erscheint. Die Farbe ist tiefschwarz ohne Stich in's Bläuliche, der Glanz ganz unbedeutend, dagegen zeigt der Strich einen schwachen halbmetallischen Glanz. Das dunkelbraune Pulver des undurchsichtigen Minerals verändert sich beim Glühen in der Röhre unter Verlust von Wasser und Sauerstoff-Gas und

---

1) N. Jahrbuch f. Mineralogie 1868 S. 405 f.
2) Daselbst S. 412.
3) N. Jahrbuch f. Mineralogie 1876 S. 280.

nimmt eine dunkelschwarze Farbe an. Der Bruch kann eben genannt werden, die Härte beträgt 2,5, das specifische Gewicht 3,75, während Asbolan H. 1—1½ und spec. Gew. 2,1—2,2, Heterogenit aber H. 3 und spec. Gew. 3,44 besitzt. Letzterer steht also jedenfalls dem Heubachit näher als ersterer. Allein schon die Untersuchung mit dem Löthrohre ergibt auch bedeutende Unterschiede von Heterogenit. Der Heubachit ist für sich unschmelzbar und gibt mit Borax eine intensiv lasurblaue Perle, welche sich, längere Zeit der Reductionsflamme ausgesetzt, stark trübt und Partikeln von metallischem Nickel ausscheidet, die leicht aus dem zerstossenen Glase durch den Magneten ausgezogen werden können. Heterogenit gibt keine Nickelreaktion. Mit Soda und Salpeter in Platinlöffelchen geschmolzen zeigt Heubachit nur eine schwache Manganfärbung. In concentrirter Salzsäure löst er sich unter starker Chlorentwickelung mit intensiv blaugrüner Färbung auf, welche beim Verdünnen mit Wasser in Rosenroth übergeht.

Die quantitative Analyse wurde von einem meiner Schüler, Hrn. Dr. Zeitzschel, z. Z. Assistent am chemischen Laboratorium der Universität ausgeführt und ergab in 100 Theilen:

Kobaltoxyd	65,50
Nickeloxyd	14,50
Eisenoxyd	5,13
Manganoxyd	1,50
Wasser	12,59
	99,22

Hiernach ist der Heubachit ein reines Oxydhydrat

$$3 \left\{ \begin{array}{l} Co_2 \\ Ni_2 \\ Fe_2 \\ Mn_2 \end{array} \right. O_3 \cdot 4\, H_2O,$$ während Heterogenit nach Frenzel

ein Oxyduloxyd-Hydrat $CoO.2\,Co_2O_3 + 6\,H_2O$ darstellt.

Unter den zahlreichen künstlich dargestellten Kobaltoxydhydraten ist keines von der Formel $3, Co_2O_3 . 4 H_2O$ bekannt, wohl aber $Co_2O_3 . H_2O$ und $Co_2O_3 . 2 H_2O$. Der Heubachit ist daher wahrscheinlich eine Verbindung $2 (Co_2O_3 . H_2O) + Co_2O_3 . 2 H_2O$.

Das Vorkommen des Heubachits beschränkt sich nicht auf die Grube St. Anton im Heubach, sondern derselbe fand sich im Anfange dieses Jahrhunderts unter durchaus gleichen Umständen auch auf der Grube Eberhard bei Alpirsbach im württembergischen Schwarzwald, wie ein von Selb herrührendes Stück der grossherzoglichen Sammlung zu Karlsruhe ausweist. Doch darf man nicht etwa alle erdkobaltähnlichen Mineralien der Wittichener und Alpirsbacher Gänge ohne Weiteres für Heubachit halten. Schon auf einer der Grube Eberhard nahegelegenen, Wolfgang, deren Kobaltgang aus Granit in den Dolomit des Rothliegenden hereinsetzt, habe ich Asbolan in äusserlich von Heubachit schwer zu unterscheidenden Anflügen beobachtet. Dagegen ist es mir nicht gelungen, ein dunkelschwarzes Mineral mit braunem Strich genau zu untersuchen, welches als Begleiter von Kobaltblüthe, Nickelblüthe, Brauneisenocker, Chlorbromsilber und Silber zu Copiapo in Chile vorkommt, da ich zu wenig Material besitze. Es ist wünschenswerth, dass von anderer Seite festgestellt werde, ob es Heterogenit oder Heubachit ist.

Der Heubachit ist offenbar eine sehr junge Bildung auf den Schwarzwälder Erzgängen, da er nur auf den Klüften von Baryt und nicht selten als Verkittung von Quarz- und Feldspath-Bröckchen vorkommt, die aus dem zerfallenden Granite herrühren, welcher das Nebengestein des Ganges ausmacht und von Gewässern in die Klüfte geführt wurden, die zugleich den Ursprungskörper des Heubachits in Lösung enthielten. Als solchen kann ich nur doppelt kohlensaures Kobaltoxydul ansehen, welchem Nickel-

Eisen- und Manganoxydul als isomorphe Oxydule beigemischt waren.

Zwar sind kohlensaure Salze, welche Kobaltoxydul in so grosser Menge enthalten, als Mineralien nicht bekannt, doch gibt es Carbonate, in welchen Kobaltoxydul mit grösster Sicherheit als integrirender Bestandtheil constatirt ist. Ausser den von Breithaupt erwähnten kobalthaltigen Kalkspathen von Schneeberg ist hier zunächst der von Gibbs[4]) analysirte Kobaltbraunspath von Przibram zu erwähnen, in welchem 7,42 Proc. kohlens. Kobaltoxydul neben 56,77 kohlens. Kalk, 35,70 kohlens. Magnesia und 2,03 kohlens. Eisenoxydul vorkommen. Ferner ist der von Bergemann[5]) entdeckte Kobaltmanganspath von Rheinbreitenbach anzuführen, welcher aus 3,71 kohlens. Kobaltoxydul, 90,88 kohlens. Manganoxydul und 2,07 kohlens. Kalk besteht. Ist Mangan nur in geringer Menge vorhanden, so kann sich aus solchen Kobaltkalk- oder Braunspathen bei unvollständiger Oxydation sehr wohl Heterogenit, vollständiger aber nickelfreier Heubachit bilden, bei Gegenwart von viel Mangan aber jedenfalls nur Kakochlor oder Asbolan. Auf Gängen in den manganhaltigen Dolomiten (Rauhkalken) der Zechsteinformation werden die beiden ersteren wohl kaum entdeckt werden, während Asbolan auf ihnen häufig ist.

4) Poggendorff's Annalen LXXI. S. 564.

5) Verh. d. naturhist. Ver. d. preuss. Rheinl. Jahrg. 1857. S. 111.

Sitzung vom 2. December 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr v. Bauernfeind bespricht sein

Näherungs-Verfahren zur Ausgleichung der zufälligen Beobachtungsfehler in geometrischen Höhennetzen.

Der Umstand, dass in mehreren Staaten Europas, welche sich seit zwölf Jahren zu einer Europäischen Gradmessung verbunden haben, die mit dieser Messung verbundenen Präcisionsnivellemente ihrer Vollendung entgegengehen, hat bereits eine Reihe von Abhandlungen über die beste Art der Ausgleichung der Beobachtungsfehler in den durch jene Nivellemente geschaffenen geometrischen Höhennetzen hervorgerufen. So in den Astronomischen Nachrichten (Jahrgang 1875, Nr. 2052) die Arbeit der Herrn Generallieutenants Dr. Baeyer „über Fehlerbestimmung und Ausgleichung eines geometrischen Nivellements", ferner in der Zeitschrift für Vermessungswesen (Jahrgang 1876, Heft 7, S. 313 u. ff.) die „Ausgleichung eines Systems gemessener Höhenunterschiede eines Präcisionsnivellements" von Herrn Generallieutenant v. Morozowicz, und in derselben Zeitschrift (1876, Heft 8, S. 390 und ff.) eine mit Bezug auf die Abhandlung des Herrn v. Morozowicz verfasste Mittheilung des Herrn Professors Dr. Jordan in Carlsruhe über

die „Ausgleichung eines Nivellementsnetzes". Früher schon hatte Herr Professor Jordan in seinem Taschenbuche der praktischen Geometrie (Stuttgart 1873, § 89, S. 182 u. ff.) die Ausgleichung trigonometrischer Höhenmessungen behandelt und deren Anwendung auf geometrische Nivellemente gezeigt. Alle diese Anleitungen stimmen darin überein, dass sie die wohlbekannten Regeln der Methode der kleinsten Quadrate auf die Ausgleichung der zufälligen Fehler, welche von den auf geometrischem oder trigonometrischem Wege gefundenen Höhenunterschieden eines gegebenen Systemes von Fixpunkten nicht zu trennen sind, anwenden, und sie weichen von einander ab theils in der Gewichtsbestimmung der Beobachtungen und theils in dem Rechnungsmechanismus, durch welchen die Verbesserungen der gemessenen Höhenunterschiede gefunden werden.

Alle diese Methoden liefern für eine bestimmte Strecke eines gegebenen Höhennetzes, das wir uns aus einer beliebigen Anzahl geschlossener und unter sich zusammenhängender Nivellementsschleifen oder N-Polygone bestehend zu denken haben, die gleichen Verbesserungen, wenn die Gewichte der Beobachtungen in gleicher Weise bestimmt sind, d. h. wenn diese Gewichte bei jeder Methode entweder den Längen der nivellirten Strecken oder den Quadraten der wahrscheinlichen Fehler der beobachteten Höhenunterschiede umgekehrt proportional angenommen werden; diese Methoden liefern aber verschiedene Werthe für die Verbesserung einer bestimmten Strecke eines gegebenen Netzes, wenn die Gewichte der gemessenen Höhenunterschiede nach verschiedenen Principien oder gar nach sogenannten „praktischen Erwägungen" d. i. ziemlich willkürlich bestimmt worden sind.

So lange nun die Zahl der Schleifen oder Polygone, welche ein Höhennetz zusammensetzen, gering ist, also etwa über 10 nicht hinausgeht, sind die Zahlenrechnungen, aus

denen die Verbesserungen und mittleren Fehler der nivellirten Strecken sich ergeben, noch immer erträglich, sie steigern sich aber bis zur Unerträglichkeit und praktischen Unausführbarkeit, wenn die Zahl der auszugleichenden Polygone gross wird. Jedenfalls steht schon bei mehr als 10 Polygonen, die auf die Ausgleichung zu verwendende Arbeit in keinem annehmbaren Verhältnisse mehr zu dem möglicherweise damit verbundenen Gewinne an Genauigkeit, zumal die wirklichen Schlussfehler der nach den üblichen präcisen Methoden nivellirten Polygone oder Schleifen selten mehr als 3 Millimeter für eine Strecke von 1 Kilometer Länge betragen.

Wie gross die Zahl der in jedem gegebenen Falle zu behandelnden Gleichungen ist, lässt sich leicht übersehen, wenn man die Bedingungen aufstellt, welche eine systematisch nach der Methode der kleinsten Quadrate durchgeführte Ausgleichung zu erfüllen hat. Besteht nämlich das geometrische Höhennetz aus n zusammenhängenden Polygonen oder Schleifen, so sind zunächst die n Bedingungsgleichungen zu erfüllen, welche sich aus der Forderung ergeben, dass die algebraische Summe der Höhenunterschiede aller Strecken eines geschlossenen Nivellementspolygons der Null, oder die Summe aller Steigungen eines solchen Polygons der Summe aller Gefälle desselben gleich sein muss. Zu diesen n Bedingungen kommt noch die weitere, dass die Summe der Produkte aus den Fehlerquadraten in die zugehörigen Gewichte ein Minimum sein soll. Haben nun sämmtliche zu einem Höhennetz vereinigte Polygone m Seiten oder Strecken, wobei jedoch die Ausschlussseiten je zweier Polygone nur ein Mal gezählt sind, so müssen aus weiteren m Fehler-Gleichungen die an den gedachten m Strecken anzubringenden Verbesserungen gesucht werden. In jedem Falle sind also $n + m$ Gleichungen aufzulösen, wobei freilich nur die erstgenannten n Bedingungsgleichungen um so mehr Schwierig-

keiten bereiten, je grösser ihre Zahl ist. Wenn demnach die Höhennetze für Länder von der Grösse Bayerns noch recht gut nach der strengen Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen werden können, so ist dieses System nur mit ganz besonderen Schwierigkeiten auf die Präcisionsnivellemente grösserer Länder, wie Deutschland, Oesterreich, Frankreich, Italien u. s. w. anzuwenden, und für das gesammte Europäische Höhennetz geradezu unausführbar. Dieses Netz und wohl auch schon die der eben genannten Staaten müssen in kleinere Theile von höchstens 10 Polygonen zerlegt, in diesen Theilen ausgeglichen und dann durch Hilfsmittel, welche den Anspruch auf strenge Wissenschaftlichkeit nicht mehr machen können, mit einander verbunden werden.

Meine Methode der Ausgleichung kennt diese Schwierigkeit nicht, die Rechnungsarbeit wächst einfach mit der Zahl der Polygone, während sie bei dem strengen Verfahren nach einer kaum zu bestimmenden hohen Potenz der Polygonzahl zunimmt. Sie erfüllt alle Bedingungen der strengen Methode mit Ausnahme der einzigen, dass die Summe der Fehlerquadrate ein Minimum ist; angestellte Vergleichungen zeigen jedoch, dass die von mir gefundenen Quadratsummen stets nur wenig grösser sind, als die nach der strengen Methode bestimmten Minima der Fehler-Quadrate.

Ich gehe nämlich von der Erwägung aus, dass es sich eigentlich nicht rechtfertigen lässt, die auf ein Nivellementspolygon verwendete vorzügliche Arbeit durch die minder gute eines anderen Polygons zu trüben oder letztere durch erstere zu verschleiern: ebendesshalb fange ich die Ausgleichung bei dem Polygon an, welches den stärksten Schluss- oder Kilometerfehler hat und vertheile diesen Fehler über den ganzen Umfang des Polygons proportional den Längen der Seiten desselben. Nach diesem Polygon kommt dasjenige Nachbarpolygon, welches unter diesen

den grössten Schluss- und beziehungsweise Kilometerfehler hat, zur Ausgleichung. In diesem zweiten Polygon wird die Anschlussseite beibehalten, wie sie sich aus dem ersten Polygon ergeben hat, und es kommt demnach nur mehr der durch die verbesserte Anschlussstrecke abgeänderte Schlussfehler des zweiten Polygons auf dem um die Anschlussseite verminderten Umfange desselben zur proportionalen Vertheilung. Dasselbe geschieht in analoger Weise bei dem dritten, vierten und jedem weiter folgenden Polygon, das nur mit Einer Seite den bereits ausgeglichenen Netztheil berührt. Bei denjenigen Polygonen aber, welche mit zwei oder selbst drei Strecken an die schon ausgeglichenen Polygone geknüpft sind, werden die bereits berechneten Verbesserungen dieser Strecken ebenfalls beibehalten und nur mehr die Reste der Schlussfehler auf die übrigen Strecken ihren Längen proportional vertheilt.

Mit diesem Verfahren ist angenommen, dass die Gewichte p_1 p_2 p_3 p_4 . . . . der beobachteten Strecken deren Längen s_1 s_2 s_3 s_4 . . . umgekehrt proportional seien, wie sich leicht beweisen lässt. Denn hätte man nur ein einziges Polygon mit 4 Strecken, deren beobachtete Höhenunterschiede d_1 d_2 d_3 d_4 und deren gesuchte Verbesserungen v_1 v_2 v_3 v_4 sind, auszugleichen, so wären die zu erfüllenden Bedingungen:

1) $(d_1 + v_1) + (d_2 + v_2) + (d_3 + v_3) + (d_4 + v_4) = 0$

2) $p_1 v_1 v_1 + p_2 v_2 v_2 + p_3 v_3 v_3 + p_4 v_4 v_4 = \text{minimum}.$

Ist der Schlussfehler des Polygons $= \Delta$, so ist diesem Fehler die Summe aller Verbesserungen gleich zu setzen und daher, wenn man diese gebildete Gleichung noch mit einem beliebigen constanten Factor k multiplicirt:

3) $$\Delta k = (v_1 + v_2 + v_3 + v_4)\, k.$$

Differentiirt man die Gleichungen (2) und (3) nach bekannten Regeln, so ergeben sich zunächst folgende lGeichungen zur Bestimmung der Verbesserungen:

4)
$$p_1 v_1 + k = 0$$
$$p_2 v_2 + k = 0$$
$$p_3 v_3 + k = 0$$
$$p_4 v_4 + k = 0$$

und es sind die in k und den nivellirten Strecken $s_1\, s_2\, s_3\, s_4$, deren Gesammtlänge S sei, ausgedrückten Verbesserungen selbst:

5)
$$v_1 = -\frac{k}{p_1} = -\frac{s_1}{S} k$$
$$v_2 = -\frac{k}{p_2} = -\frac{s_2}{S} k$$
$$v_3 = -\frac{k}{p_3} = -\frac{s_3}{S} k$$
$$v_4 = -\frac{k}{p_4} = -\frac{s_4}{S} k.$$

Setzt man diese Werthe in die vorher mit k dividirte Gleichung (3), so wird

6)
$$\Delta S = -(s_1 + s_2 + s_3 + s_4)\, k$$

woraus folgt, dass in dem vorliegenden Falle $k = -\Delta$ ist und dass demnach, wenn man die auf die Längenheit des Umfangs S treffende Verbesserung

7)
$$v = \frac{\Delta}{S}$$

setzt, die einzelnen Verbesserungen werden:

8)
$$v_1 = -s_1 \,.\, v$$
$$v_2 = -s_2 \,.\, v$$
$$v_3 = -s_3 \,.\, v$$
$$v_4 = -s_4 \,.\, v$$

womit bewiesen ist, dass aus der vorhin erwähnten Annahme der Gewichte die den Strecken proportionale Fehlervertheilung folgt. Indem wir also eine solche Vertheilung der Fehler vornehmen, berücksichtigen wir auch die den Strecken umgekehrt proportional gesetzten Gewichte, ohne dass von diesen im Verlauf der Rechnung die Rede ist.

Um zu beweisen, dass meine Methode der Ausgleichung die erste Forderung des Schlusses aller Polygonzüge und des Gesammtumfangs der Einzelpolygone erfüllt, wenn jedes von diesen zum Schlusse gebracht ist, lege ich folgende Figur zu Grunde, welche dem Bayerischen Nivellementsnetze entspricht, übrigens nach Belieben erweitert gedacht werden kann.

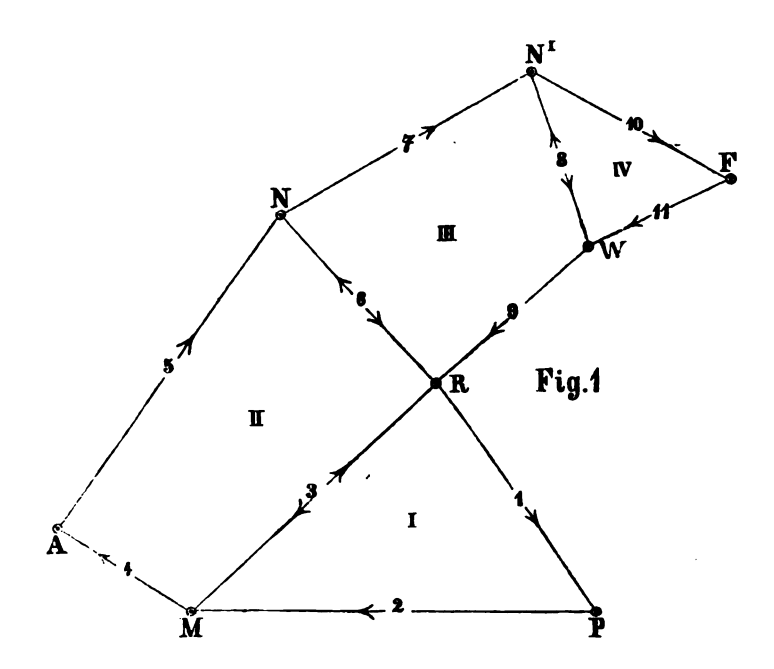


Fig. 1

In dieser Figur heisse das durch die Hauptfixpunkte in R (Regensburg), P (Passau) und M (München) gebildete Polygon RPM das erste (I), seine im Allgemeinen durch die Eisenbahnen bezeichneten Strecken haben folgende horizontale Längen und verticale Steigungen:

von R nach P:	Länge	$= s_1$,	Neigung	$+ d_1$
„ P „ M	„	s_2	„	$- d_2$
„ M „ R	„	s_3	„	$+ d_3$

Der Gesammtumfang dieses Polygons $s_1 + s_2 + s_3$ heisse S_1 und der Schlussfehler $d_1 - d_2 + d_3 = \Delta_1$.

Ferner wurde das Polygon RMANR, worin R und M ihre vorige Bedeutung haben, A aber Augsburg und N Nürnberg bezeichnet, das zweite (II) genannt; in ihm sind die Längen und Neigungen der Strecken folgende:

von R nach M:	Länge	= s_3,	Neigung	$- d_3$
„ M „ A	„	s_4	„	$+ d_4$
„ A „ N	„	s_5	„	$+ d_5$
„ N „ R	„	s_6	„	$- d_6$

In gleicher Weise seien in dem III. Polygon RNN'R, worin von den noch unbekannten Eckpunkten N[1] Neuenmarkt und W Weiden bedeutet, die Längen und Neigungen folgende:

von R nach N:	Länge	= s_6,	Neigung	$+ d_6$
„ N „ N[1]	„	s_7	„	$- d_7$
„ N[1] „ W	„	s_8	„	$- d_8$
„ W „ R	„	s_9	„	$+ d_9$

Endlich habe das IV. Polygon WN'FW mit den Hauptfixpunkten in W, N[1] und F (Franzensbad) folgende Längen und Neigungen der Strecken:

von W nach N[1]:	Länge	= s_8,	Neigung	$+ d_8$
„ N[1] „ F	„	s_{10}	„	$- d_{10}$
„ F „ W	„	s_{11}	„	$+ d_{11}$

Heissen die an den Strecken d_1 bis d_{11} anzubringenden Verbesserungen v_1 bis v_{11}, so müssen, da durch letztere der verticale Polygonschluss bewirkt wird, folgende Gleichungen stattfinden:

9) $$+ (d_1 + v_1) - (d_2 + v_2) + (d_3 + v_3) = 0$$
$$- (d_3 + v_3) + (d_4 + v_4) + (d_5 + v_5) - (d_6 + v_6) = 0$$
$$+ (d_6 + v_6) - (d_7 + v_7) - (d_8 + v_8) + (d_9 + v_9) = 0$$
$$+ (d_8 + v_8) - (d_{10} + v_{10}) + (d_{11} + v_{11}) = 0.$$

Bei der Bildung dieser Gleichungen ist darauf zu sehen, dass alle Polygone in g l e i c h e m Sinne, hier von links

nach rechts, umfahren werden, und dass man für die zweimal aber entgegengesetzt durchfahrenen Anschlussstrecken, hier s_3, s_6, s_8, die Neigungen mit entgegengesetzten Vorzeichen anschreibt, so dass auf $+ (d_3 + v_3)$ folgt $- (d_3 + v_3)$, auf $- (d_6 + v_6)$ folgt $+ (d_6 + v_6)$, auf $- (d_8 + v_8)$ folgt $+ (d_8 + v_8)$ u. s. w.

Addirt man vorstehende Bedingungsgleichungen, welche jede beliebige Anzahl vorstellen können, so fallen die Neigungen der Anschlussstrecken, weil jede zweimal mit entgegengesetzten Vorzeichen vorkommt, heraus und man erhält

$$10)\quad + (d_1 + v_1) - (d_2 + v_2) + (d_4 + v_4) + (d_5 + v_5) - (d_7 + v_7) + (d_9 + v_9) - (d_{10} + v_{10}) + (d_{11} + v_{11}) = 0$$

womit bewiesen ist, dass auch der Umfang der Figur RPMANN'FWR schliesst, sobald alle Einzelpolygone schliessen.

Es schliesst aber auch jeder beliebige Polygonzug, z. B. RPMANN'WR, welcher aus den Polygonen I, II, III gebildet ist, oder RMANN'FWR, welcher aus den Polygonen II, III, IV besteht; denn addirt man in dem ersten Falle die 3 ersten Gleichungen des Systems (9), so folgt (11)

$$(d_1 + v_1) - (d_2 + v_2) + (d_4 + v_4) + (d_5 + v_5) - (d_7 + v_7) - (d_8 + v_8) + (d_9 + v_9) = 0$$

und wenn man in dem zweiten Falle die 3 letzten Gleichungen des Systems (9) addirt, so ist (12)

$$-(d_8 + v_8) + (d_4 + v_4) + (d_5 + v_5) - (d_7 + v_7) - (d_{10} + v_{10}) + (d_{11} + v_{11}) + (d_9 + v_9) = 0$$

womit die aufgestellte Behauptung bewiesen ist.

Dieser Beweis gilt wie der vorige für Nr 10, ganz allgemein, da man in der hier angegebenen Art eine noch so grosse Zahl aneinander gereihter Polygone immer in gleichem Sinne und so umfahren kann, dass die Anschlussstrecken doppelt aber entgegengesetzt werden, wodurch deren Höhenunterschiede aus der Summe der Gleichungen herausfallen und diese Summe dann den Schluss des Umfangs ausspricht. Meines Wissens ist auf diese einfache und anschauliche Art des Beweises, dass der Schluss der Einzel-

polygone auch den des Umfangs aller oder beliebig vieler Polygone eines Netzes bedingt, noch nirgends aufmerksam gemacht worden, und wenn auch die meisten Geodäten, welche über die Ausgleichung von Höhennetzen geschrieben haben, für den Umfang aller Polygone eine besondere Bedingungsgleichung nicht aufstellten, weil sie wussten, dass diese schon mit denen der Einzelpolygone gegeben ist, so ist es doch noch im Jahre 1875 von einer Autorität geschehen, wie man aus Nr 2052 der Astronomischen Nachrichten und deren besonderem Abdrucke ersehen kann.

Es ist nunmehr die Frage zu beantworten, wie gross die Abweichung zwischen dem bekannten strengen Verfahren und meiner Näherungsmethode ist.

Durch die Gleichungen (1) bis (8) auf Seite 247 bis 248 habe ich schon bewiesen, dass, wenn es sich nur um ein einziges Polygon handelt, zwischen meinem Verfahren und dem der Methode der kleinsten Quadrate gar kein Unterschied besteht, indem beide Verfahren auf die den Strecken proportionale Fehlervertheilung führen, von der ich ausgehe.

Für 2 aneinander gereihte Polygone lässt sich der Unterschied in den Verbesserungen und deren Quadratsummen noch allgemein darstellen, für 3 oder mehr Polygone hört die Allgemeinheit des Beweises auf und muss man sich mit Zahlenbeispielen begnügen.

Nehmen wir an, es seien die Polygone I und II in der schon benützten Figur nach den in Rede stehenden zwei Verfahren auszugleichen, so bestehen nach beiden folgende Bedingungsgleichungen:

$$13)\quad +(d_1+v_1)-(d_2+v_2)+(d_3+v_3)=0$$
$$-(d_3+v_3)+(d_4+v_4)+(d_5+v_5)-(d_6+v_6)=0.$$

Die Methode der kleinsten Quadrate fordert aber noch die Erfüllung der weiteren Bedingung:

$$14)\quad p_1 v_1^2+p_2 v_2^2+p_3 v_3^2+p_4 v_4^2+p_5 v_5^2+p_6 v_6^2=\text{min}.$$

Schreibt man für die bekannten Schlussfehler in den beiden Polygonen I und II je einen einzigen Buchstaben, nämlich

$$15)\qquad \begin{aligned} \Delta_1 &= + d_1 - d_2 + d_3 \\ \Delta_2 &= - d_3 + d_4 + d_5 - d_6 \end{aligned}$$

und multiplicirt die beiden Gleichungen des Systems (13) mit willkührlichen constanten Factoren, die erste mit k_1 und die zweite mit k_2, so erhält man

$$16)\qquad \begin{aligned} \Delta_1 k_1 + (v_1 - v_2 + v_3) k_1 &= 0 \\ \Delta_2 k_2 - (v_3 - v_4 - v_5 + v_6) k_2 &= 0 \end{aligned}$$

Hieraus und aus (14) ergeben sich durch Differentiiren nach den Veränderlichen $v_1\, v_2\, v_3 \ldots v_6$ die sechs Gleichungen, welche zur Bestimmung dieser Verbesserungen führen, und diese selbst, nämlich:

$$17)\qquad \begin{aligned} 0 &= p_1 v_1 + k_1 \\ 0 &= p_2 v_2 - k_1 \\ 0 &= p_3 v_3 + k_1 - k_2 \\ 0 &= p_4 v_4 + k_2 \\ 0 &= p_5 v_5 + k_2 \\ 0 &= p_6 v_6 - k_2 \end{aligned} \qquad\qquad 18)\qquad \begin{aligned} v_1 &= -\frac{k_1}{p_1} \\ v_2 &= +\frac{k_1}{p_2} \\ v_3 &= +\frac{k_2 - k_1}{p_3} \\ v_4 &= -\frac{k_2}{p_4} \\ v_5 &= -\frac{k_2}{p_5} \\ v_6 &= +\frac{k_2}{p_6} \end{aligned}$$

Führt man diese Werthe von v_1 bis v_6 in die Gleichungen (16) ein, nachdem sie vorher wieder mit k_1 und beziehungsweise k_2 dividirt sind, und bedenkt, dass, wenn S_1 der Umfang des Polygons I, S_{II} jener des Polygons II und S der Umfang beider Polygone ist,

$$\frac{1}{p_1} = \frac{s_1}{S}, \quad \frac{1}{p_2} = \frac{s_2}{S}, \quad \frac{1}{p_3} = \frac{s_3}{S}$$

wird, so erhält man folgende Gleichungen zur Bestimmung von k_1 und k_2, nämlich:

$$19) \quad \begin{aligned} \varDelta_1 S &= (s_1 + s_2 + s_3) k_1 - s_3 k_2 &&= S_I k_1 - s_3 k_2 \\ \varDelta_2 S &= - s_3 k_1 + (s_3 + s_4 + s_5 + s_6) k_2 &&= - s_3 k_1 + S_{II} k_2 \end{aligned}$$

Hieraus folgt in bekannter Weise:

$$20) \quad \begin{aligned} k_1 &= \frac{\varDelta_1 S_{II} + \varDelta_2 s_3}{S_I S_{II} - s_3 s_3} \cdot S = Q_1 . S \\ k_2 &= \frac{\varDelta_1 s_3 + \varDelta_2 S_I}{S_I S_{II} - s_3 s_3} \cdot S = Q_2 . S \end{aligned}$$

und hiemit, wenn man in (18) substituirt:

$$21) \quad \begin{aligned} v_1 &= - s_1 \cdot Q_1 \\ v_2 &= + s_2 \cdot Q_1 \\ v_3 &= - s_3 \cdot (Q_1 - Q_2) \\ v_4 &= - s_4 \cdot Q_2 \\ v_5 &= - s_5 \cdot Q_2 \\ v_6 &= + s_6 \cdot Q_2 \end{aligned}$$

Es verhalten sich demnach bei der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate die Verbesserungen aller Strecken eines Polygons, welche nicht Anschlussstrecken sind, wie die Längen dieser Strecken, d. h. in dem Polygon I die absoluten Werthe

$$v_1 : v_2 = s_1 : s_2$$

und im Polygon II ohne Rücksicht auf Vorzeichen

$$v_4 : v_5 : v_6 = s_4 : s_5 : s_6$$

Dieses nämliche Verhältniss stellt sich auch bei der Ausgleichung nach meiner Methode dar. Wenn nämlich $+ \varDelta_1$ der auf die 3 Strecken s_1 s_2 s_3 des Polygons Nr I zu vertheilende Schlussfehler ist, so wird der auf die Längeneinheit des Umfangs S_I treffende Theil der Verbesserung $\varDelta_1 : S_I = Q^I$ und es ist folglich in diesem Polygon, wenn man die neuen Verbesserungen mit $\mathfrak{v}_1$ $\mathfrak{v}_2$ $\mathfrak{v}_3$ ... bezeichnet:

$$22) \quad \begin{aligned} \mathfrak{v}_1 &= - s_1 . Q^I \\ \mathfrak{v}_2 &= + s_2 . Q^I \\ \mathfrak{v}_3 &= - s_3 . Q^I. \end{aligned}$$

In dem zweiten Polygon ist der Rest des Schlussfehlers oder

23) $$\Delta_2 - v_3 = \Delta_2 + s_3 \,.\, Q^I$$

auf die 3 Strecken s_4 s_5 s_6 im Verhältniss zu deren Längen und nach dem Einheitswerthe

24) $$\frac{\Delta_2 - v_3}{S_{II} - s_3} = \frac{\Delta_2 + s_3 Q^I}{S_{II} - s_3} = Q^{II}$$

zu vertheilen; es wird demnach mit Rücksicht auf die zweite Gleichung im System (13), da v_3 schon aus Polygon I gegeben ist:

25) $$\begin{aligned} v_4 &= - s_4 \,.\, Q^{II} \\ v_5 &= - s_5 \,.\, Q^{II} \\ v_6 &= + s_6 \,.\, Q^{II} \end{aligned}$$

Aus den in (22) und (25) ausgedrückten Werthen der Verbesserungen sieht man, dass folgende Proportionen stattfinden:

$$\begin{aligned} v_1 : v_2 : v_3 &= s_1 : s_2 : s_3 \\ v_4 : v_5 : v_6 &= s_4 : s_5 : s_6 \end{aligned}$$

womit bewiesen ist, dass sich die nach meinem abgekürzten Verfahren berechneten Werthe mindestens ebenso gut als die nach der Methode der kleinsten Quadrate erhaltenen den Streckenverhältnissen anschliessen. Dabei brauchen selbstverständlich die absoluten Werthe der Verbesserungen noch nicht übereinzustimmen. Die Abweichungen der einzelnen Verbesserungen und ihrer Quadrate ergeben sich wie folgt:

26) $$\begin{aligned} \mathrm{v}_1 - v_1 &= - s_1 (Q_I - Q^I) \\ \mathrm{v}_2 - v_2 &= + s_2 (Q_I - Q^I) \end{aligned}$$
u. s. w.

27) $$\begin{aligned} \mathrm{v}_1^2 - v_1^2 &= s_1^2 (Q_I^2 - Q_I^2) \\ \mathrm{v}_2^2 - v_2^2 &= s_2^2 (Q_I^2 - Q_I^2) \end{aligned}$$
u. s. w.

Hieraus lässt sich jedoch die Ungleichung $[\mathrm{vv}] < [vv]$ nicht allgemein beweisen, sie folgt lediglich aus dem von Gauss in seiner theoria combinationis etc. (art. 37 und 38) bewiesenen Satze, dass jedes andere als das durch die Methode der kleinsten Quadrate gelieferte System von Unbekannten eine grössere Quadratsumme der Fehler liefert als

diese Methode. Hier kommt es nur darauf an, dass der Unterschied [vv] — [𝔳𝔳] in allen praktischen Fällen nicht zu gross wird, und dieses ist bei meiner Methode der Fall.

Wendet man die beiden hier beschriebenen Ausgleichungsmethoden auf einige bestimmte Fälle an, so wird man am besten die Verschiedenheit beider in der Rechnungsweise und in den Ergebnissen bezüglich der Fehlerquadrate und mittleren Fehler erkennen.

Wählen wir zunächst z. B. das aus 4 geschlossenen Polygonen bestehende Bayerische Höhennetz, zu dessen Ausgleichung ich bereits in der vierten Mittheilung über das Bayerische Präcisionsnivellement, (vergl. die Abhandlungen unserer Akademie, Cl. II, Bd. XII. Abth. 3, S. 81 u. ff.) Die erforderlichen Daten angegeben habe, nämlich mit Bezug auf Fig. 1. und die bereits erklärten Bezeichnungen:

	Km						
s_1	= 125,771	d_1	= + 35,8723	von	R	nach	P
s_2	= 179,025	d_2	= − 217,5062	„	P	„	M
s_3	= 147,266	d_3	= + 181,6541	„	M	„	R
s_4	= 60,597	d_4	= + 32,0958	„	M	„	A
s_5	= 174,047	d_5	= + 179,5981	„	A	„	N
s_6	= 101,083	d_6	= − 30,0005	„	N	„	R
s_7	= 134,879	d_7	= − 38,6644	„	N	„	N^1
s_8	= 80,112	d_8	= − 48,8053	„	N^1	„	W
s_9	= 87,034	d_9	= + 57,4440	„	W	„	R
s_{10}	= 96,768	d_{10}	= − 100,1619	„	N^1	„	F
s_{11}	= 67,892	d_{11}	= + 51,4646	„	F	„	W

Es ist demnach der Schlussfehler des Polygons

$$\text{Nr I} = \Delta_1 = + d_1 - d_2 + d_3 = + 0{,}0202^{\text{m}}$$
$$\text{Nr II} = \Delta_2 = - d_3 + d_4 + d_5 - d_6 = + 0{,}0393$$
$$\text{Nr III} = \Delta_3 = + d_6 - d_7 - d_8 + d_9 = - 0{,}0252$$
$$\text{Nr IV} = \Delta_4 = + d_8 - d_{10} + d_{11} = + 0{,}1080$$

und es sind die Längen aller Umfänge und aller Strecken folgende:

$$
\begin{aligned}
& & & \text{Km} \\
S_I &= s_1 + s_2 + s_3 &=& \ 452{,}062 \\
S_{II} &= s_3 + s_4 + s_5 + s_6 &=& \ 482{,}993 \\
S_{III} &= s_6 + s_7 + s_8 + s_9 &=& \ 403{,}108 \\
S_{IV} &= s_8 + s_{10} + s_{11} & & \ 244{,}772 \\
S &= s_1 + s_2 + s_3 .. + s_{11} &=& \ 1254{,}474.
\end{aligned}
$$

Wendet man diese Zahlen auf die in Nr 9 mit Rücksicht auf den vorliegenden Fall dargestellten 4 Bedingungsgleichungen und auf die allgemeine Function [pvv] = min. an, so ergeben sich zur Bestimmung der willkührlichen Factoren k_1 k_2 k_3 k_4 folgende 4 Normalgleichungen (a. a. O S. 122):

$$
\begin{aligned}
S\Delta_1 &= + S_I k_1 - s_3 k_2 \\
S\Delta_2 &= - s_3 k_1 + S_{II} k_2 - s_6 k_3 \\
S\Delta_3 &= \qquad - s_6 k_2 + S_{III} k_3 - s_8 k_4 \\
S\Delta_4 &= \qquad\qquad - s_8 k_3 + S_{IV} k_4.
\end{aligned}
$$

Aus diesen erhält man, wenn für die Umfänge S, S_I, S_{II}, S_{III}, S_{IV} und die Strecken s_3, s_6, s_8 die vorstehenden Werthe eingesetzt werden:

$$
\begin{aligned}
k_1 &= + 1{,}0473 \\
k_2 &= + 1{,}4947 \\
k_3 &= + 0{,}7385 \\
k_4 &= + 5{,}7763
\end{aligned}
$$

und hiemit ergeben sich aus den nach (17) und (18) gebildeten 11 Gleichungen die Verbesserungen v_1 bis v_{11} und deren Quadrate:

$$
\begin{aligned}
29) \qquad & \qquad\ \ \text{cm} \\
& v_1 = - 1{,}05 \qquad & v_1^2 &= 1{,}1025 \\
& v_2 = + 1{,}49 \qquad & v_2^2 &= 2{,}2201 \\
& v_3 = + 0{,}52 \qquad & v_3^2 &= 0{,}2756 \\
& v_4 = - 0{,}72 \qquad & v_4^2 &= 0{,}5184 \\
& v_5 = - 2{,}07 \qquad & v_5^2 &= 4{,}2849 \\
& v_6 = + 0{,}61 \qquad & v_6^2 &= 0{,}3721 \\
& v_7 = + 0{,}79 \qquad & v_7^2 &= 0{,}6241 \\
& v_8 = - 3{,}21 \qquad & v_8^2 &= 10{,}3041
\end{aligned}
$$

$$v_9 = -\overset{\text{cm}}{0{,}51} \qquad v_9^2 = 0{,}2601$$
$$v_{10} = +4{,}46 \qquad v_{10}^2 = 19{,}8916$$
$$v_{11} = -3{,}13 \qquad v_{11}^2 = 9{,}7969$$
$$[vv] = 49{,}6504.$$

Aus diesen Fehlerquadraten und den bekannten Streckenlängen findet sich nach der Formel

$$30)\qquad m^2 = \frac{1}{11}\left(\frac{v_1^2}{s_1} + \frac{v_2^2}{s_2} + \frac{v_3^2}{s_3} + \ldots + \frac{v_{11}^2}{s_{11}}\right)$$

der mittlere Fehler des Bayerischen Präcisionsnivellements für einen Kilometer:

$$m = \pm \overset{\text{mm}}{2{,}601}$$

während er nach den Bestimmungen der Allgemeinen Conferenz der Europäischen Gradmessung 3^{mm} betragen dürfte.

Die verbesserten Höhenunterschiede werden somit

$$31)\qquad \begin{aligned}
d_1^1 &= +(d_1 + v_1) = +\ 35{,}8618\\
d_2^1 &= -(d_2 + v_2) = -\ 217{,}5211\\
d_3^1 &= +(d_3 + v_3) = \pm\ 181{,}6593\\
d_4^1 &= +(d_4 + v_4) = +\ 32{,}0886\\
d_5^1 &= +(d_5 + v_5) = +\ 179{,}5774\\
d_6^1 &= -(d_6 + v_6) = \pm\ 30{,}0066\\
d_7^1 &= -(d_7 + v_7) = -\ 38{,}6723\\
d_8^1 &= -(d_8 + v_8) = \mp\ 48{,}7732\\
d_9^1 &= +(d_9 + v_9) = +\ 57{,}4389\\
d_{10}^1 &= -(d_{10} + v_{10}) = -\ 100{,}2065\\
d_{11}^1 &= +(d_{11} + v_{11}) = +\ 51{,}4333
\end{aligned}$$

und man kann sich sofort überzeugen, dass alle Polygone einzeln und ganz oder theilweise aneinander gereiht schliessen. Die Vorzeichen der Strecken Nr 3, Nr 6, Nr 8 sind entgegengesetzt, und es gilt das obere für das vorausgehende, das untere für das nachfolgende Polygon, in welchem die betreffende Strecke nach einer der vorigen entgegengesetzten Richtung durchfahren wird. Bei der Addition sämmtlicher Höhenunterschiede heben sich die mit doppelten Vorzeichen

auf und es deutet der Umstand, dass die Summe der übrigen Unterschiede null wird, den Schluss des Gesammtumfangs an.

Berechnet man die Verbesserungen des in Fig. 1 dargestellten Bayerischen Netzes nach meinem Verfahren, so beginnt man am zweckmässigsten mit dem Polygon IV (der Fichtelgebirgsschleife), worin der grösste Schluss- und Kilometerfehler vorkommt*), und lässt hierauf die Polygone III, II, I folgen. Der Grund dieser Reihenfolge ist, dass der grosse Anschlussfehler Δ_4 über alle Seiten des Polygons IV den Streckenlängen proportional vertheilt und diese Vertheilung nicht vom Polygon III her, welches nur einen kleinen Schlussfehler Δ_3 hat, beeinflusst wird. Denn müsste man die verbesserte Strecke s_8 in IV beibehalten, wie sie sich aus III ergeben hat, so träfen auf die Strecken s_{10} und s_{11} zu grosse Theile des Schlussfehlers Δ und damit erhielte man auch eine grössere Quadratsumme der Fehler als in dem Falle, wo man die Polygone nach der umgekehrten Reihenfolge IV, III, II, I ausgleicht.

Da auf den Umfang S_{IV} der Schlussfehler Δ_4 trifft, so kommt auf die Längeneinheit der Strecke eine Verbesserung $\Delta_4 : S_{IV} = Q^{IV}$ und es wird folglich

$$\begin{aligned} v_8 &= -s_8 \,.\, Q^{IV} = -0{,}03535^{m} = -3{,}54^{cm} \\ v_{10} &= +s_{10} \,.\, Q^{IV} = +0{,}04268 = +4{,}27 \\ v_{11} &= -s_{11} \,.\, Q^{IV} = -0{,}02983 = -2{,}99. \end{aligned}$$

Setzt man diese Verbesserungen in die Bedingungsgleichung (System 9, Nr 4):

$$+(\mathfrak{b}_8 + v_8) - (\mathfrak{b}_{10} + v_{10}) + (\mathfrak{b}_{11} + v_{11}) = 0$$

ein, so wird

---

*) Ich habe zwar die Absicht, dieses Polygon vor der definitiven Ausgleichung des Bayerischen Höhennetzes nochmals nivelliren zu lassen; für das hier zu gebende Beispiel ist es aber ohne Belang, wenn der Schlussfehler $\Delta_4 = +0{,}1080$ etwas grösser ist, als er sein sollte.

$$\mathfrak{b}_8{}^1 = +(\,48{,}8053 - 0{,}0354) = +\,\overset{m}{48{,}7699}$$
$$\mathfrak{b}_{10}^1 = -(100{,}1619 + 0{,}0427) = -\,100{,}2046$$
$$\mathfrak{b}_{11}^1 = +(\,51{,}4646 - 0{,}0298) = +\,51{,}4347$$

woraus folgt, dass die algebraische Summe der 3 Neigungen der drei Strecken Nr 8, 10, 11 null ist, wie es sein muss.

Für das Polygon III besteht die Bedingungsgleichung (System 9, Nr 3):

$$+(\mathfrak{b}_6 + \mathfrak{v}_6) - (\mathfrak{b}_7 + \mathfrak{v}_7) - (\mathfrak{b}_8 + \mathfrak{v}_8) + (\mathfrak{b}_9 + \mathfrak{v}_9) = 0$$

und da $\mathfrak{b}_6 - \mathfrak{b}_7 - \mathfrak{b}_8 + \mathfrak{b}_9 = \Delta_3 = -\overset{m.}{0{,}0252}$ und $\mathfrak{v}_8 = -\overset{m}{0{,}0354}$, so folgt hieraus, nach der Einsetzung dieser Werthe:

$$\mathfrak{v}_6 - \mathfrak{v}_7 + \mathfrak{v}_9 = -\Delta_3 + \mathfrak{v}_8 = 0{,}0252 - 0{,}0354 = -\overset{m}{0{,}0102}$$

und es ist somit der Einheitswerth der Verbesserung $0{,}0102 : S_{III} = Q^{III}$, folglich die Verbesserung

$$\mathfrak{v}_6 = -s_6 \,.\, Q^{III} = -\overset{m}{0{,}003233} = -\overset{cm.}{0{,}33}$$
$$\mathfrak{v}_7 = +s_7 \,.\, Q^{III} = +0{,}004155 = +0{,}42$$
$$\mathfrak{v}_9 = -s_9 \,.\, Q^{III} = -0{,}002726 = -0{,}27.$$

Hiemit findet man die verbesserten Streckenneigungen:

$$\mathfrak{b}_6{}^1 = +(30{,}0005 - 0{,}0033) = +\overset{m.}{29{,}9972}$$
$$\mathfrak{b}_7{}^1 = -(38{,}6644 + 0{,}0042) = -38{,}6686$$
$$\mathfrak{b}_9{}^1 = +(57{,}4440 - 0{,}0027) = +57{,}4413$$

welche zu der Neigung der 8. Strecke $-\mathfrak{b}_8{}^1 = -48{,}7699$ addirt, Null geben.

In dem Polygon Nr II ist nach System 9, Nr 2 die Bedingungsgleichung zu erfüllen:

$$-(\mathfrak{b}_3 + \mathfrak{v}_3) + (\mathfrak{b}_4 + \mathfrak{v}_4) + (\mathfrak{b}_5 + \mathfrak{v}_5) - (\mathfrak{b}_6 + \mathfrak{v}_6) = 0$$

oder, da $-\mathfrak{b}_3 + \mathfrak{b}_4 + \mathfrak{b}_5 - \mathfrak{b}_6 = \Delta_2 = +\overset{m.}{0{,}0393}$ und $\mathfrak{v}_6 = -\overset{m}{0{,}0033}$, die hieraus folgende:

$$\Delta_2 - \mathfrak{v}_3 + \mathfrak{v}_4 + \mathfrak{v}_5 - \mathfrak{v}_6 = 0.$$

Es muss demnach $-\mathfrak{v}_3 + \mathfrak{v}_4 + \mathfrak{v}_5 = \overset{m}{0{,}0426}$ und der Einheitswerth der Verbesserung $0{,}0426 : S_{II} = Q^{II}$ sein, woraus folgt:

$$\mathfrak{v}_3 = + s_3 . Q^{II} = + \overset{m}{0{,}01635} = + \overset{cm}{1{,}64}$$
$$\mathfrak{v}_4 = - s_4 . Q^{II} = - 0{,}00673 = - 0{,}68$$
$$\mathfrak{v}_5 = - s_5 . Q^{II} = - 0{,}01934 = - 1{,}94$$
$$\mathfrak{b}_3{}^1 = - (181{,}6541 + 0{,}0164) = - \overset{m}{181{,}6705}$$
$$\mathfrak{b}_4{}^1 = + (\ 32{,}0958 - 0{,}0068) = +\ \ 32{,}0890$$
$$\mathfrak{b}_5{}^1 = + (179{,}5981 - 0{,}0194) = + 179{,}5787.$$

Addirt man die letzten 3 Werthe zu $\mathfrak{b}_6{}^1 = - 29{,}9972$ so erhält man Null, womit angezeigt ist, dass das Polygon II schliesst.

Für das Polygon I ist die Bedingungsgleichung nach System 9, Nr 1:

$$+ (\mathfrak{b}_1 + \mathfrak{v}_1) - (\mathfrak{b}_2 + \mathfrak{v}_2) + (\mathfrak{b}_3 + \mathfrak{v}_3) = 0$$

oder, da $\mathfrak{b}_1 - \mathfrak{b}_2 + \mathfrak{b}_3 = \varDelta_1 = \overset{m}{0{,}0202}$ und $\mathfrak{v}_3 = + \overset{m}{0{,}0164}$,

$$\varDelta_1 + \mathfrak{v}_3 = \overset{m}{0{,}0366} = - \mathfrak{v}_1 + \mathfrak{v}_2$$

und der Einheitswerth der Verbesserungen $\overset{m}{0{,}0366} : S_1 = Q^I$, somit

$$\mathfrak{v}_1 = - s_1 Q^1 = - \overset{m}{0{,}01509} = - \overset{cm}{1{,}51}$$
$$\mathfrak{v}_2 = + s_2 Q^1 = + 0{,}02148 = = 2{,}15$$
$$\mathfrak{b}_1{}^1 = + (\ 35{,}8723 - 0{,}0151) = +\ \ \overset{m}{35{,}8572}$$
$$\mathfrak{b}_2{}^1 = - (217{,}5062 + 0{,}0215) = - 217{,}5277.$$

Addirt man zu $d_1{}^1 + d_2{}^1$ noch $d_3{}^1 = + 181{,}6705$; so überzeugt man sich, dass auch die Schleife Nr 1 wie alle übrigen schliesst.

Stellt man die Verbesserungen $\mathfrak{v}$, deren Quadrate $\mathfrak{v}\mathfrak{v}$ und die verbesserten Streckengefälle und Steigungen $\mathfrak{b}^1$ zusammen, so erhält man folgende Tabelle:

	cm.		
32)	$\mathfrak{v}_1 = - 1{,}51$	$\mathfrak{v}_1{}^2 = 2{,}2801$	$\mathfrak{b}_1{}^1 = + 35{,}8572$
	$\mathfrak{v}_2 = + 2{,}15$	$\mathfrak{v}_2{}^2 = 4{,}6225$	$\mathfrak{b}_2{}^1 = - 217{,}5277$
	$\mathfrak{v}_3 = + 1{,}64$	$\mathfrak{v}_3{}^2 = 2{,}6896$	$\mathfrak{b}_3{}^1 = \mp 181{,}6705$
	$\mathfrak{v}_4 = - 0{,}68$	$\mathfrak{v}_4{}^2 = 0{,}4624$	$\mathfrak{b}_4{}^1 = + 32{,}0890$

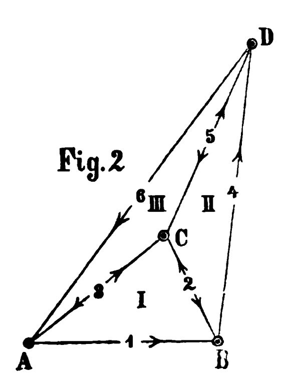
cm		
$v_5 = -1{,}94$	$v_5^2 = 3{,}7636$	$b_5^1 = +179{,}5787$
$v_6 = -0{,}33$	$v_6^2 = 0{,}1089$	$b_6^1 = \pm 29{,}9972$
$v_7 = +0{,}42$	$v_7^2 = 0{,}1764$	$b_7^1 = -38{,}6686$
$v_8 = -3{,}54$	$v_8^2 = 12{,}5316$	$b_8^1 = \pm 48{,}7699$
$v_9 = -0{,}27$	$v_9^2 = 0{,}0729$	$b_9^4 = +57{,}4413$
$v_{10} = +4{,}27$	$v_{10}^2 = 18{,}2329$	$b_{10}^1 = -100{,}2046$
$v_{11} = -2{,}99$	$v_{11}^2 = 8{,}9401$	$b_{11}^1 = +51{,}4347$
	$[vv] = 53{,}8810$	

Die Summe der Fehlerquadrate beträgt hier etwas mehr als nach der strengeren Methode gefunden wurde, indem nach (29) die Summe $[vv] = 49{,}6504$ und nach (32) die Summe $[vv] = 53{,}8810$. Berechnet man jedoch aus den in vorstehender Tafel bestimmten Fehlerquadraten und den auf Seite 256 gegebenen Streckenlängen s_1 bis s_{11} den mittleren Fehler m des Bayerischen Präcisionsnivellements nach der Formel Nr (30), so wird

$$m = \pm \overset{mm}{2{,}709}$$

also nur um 0,1 Millimeter grösser als der nach der Methode der kleinsten Quadrate gefundene mittlere Fehler $m = 2{,}601$ Millimeter.

2) Ein anderes Beispiel der Ausgleichung und Vergleichung bietet uns das von Herrn General von Morozowicz in der Zeitschrift für Vermessungswesen, 1876, Bd. V, S. 327 bis 345 beschriebene und berechnete Höhennetz, das wir ein Preussisches Netz nennen wollen, da nicht anzunehmen ist, dass die Zahlen desselben fingirt sind. Dieses Netz ist in Fig. 2 skizzirt und durch folgende Beobachtungswerthe gegeben:



					Km		m
Von A	nach B	ist	$s_1 =$	11,670	und	$d_1 =$	+ 10,8838
„ B	„ C	„	$s_2 =$	6,045	„	$d_2 =$	- 6,1963
„ C	„ A	„	$s_3 =$	9,240	„	$d_3 =$	— 4,6783
„ B	„ D	„	$s_4 =$	16,580	„	$d_4 =$	+ 7,6657
„ D	„ C	„	$s_5 =$	12,860	„	$d_5 =$	— 13,8677
„ A	„ D	„	$s_6 =$	20,420	„	$d_6 =$	+ 18,5595.

Für die hier gegebenen 3 Polygone ABCA = I, BDCB = II und CDAC = III bestehen folgende Bedingungsgleichungen, welche von beiden Methoden zu erfüllen sind:

33)
$$+(d_1+v_1)-(d_2+v_2)-(d_3+v_3)=0$$
$$+(d_2+v_2)+(d_4+v_4)-(d_5+v_5)=0$$
$$+(d_5+v_5)-(d_6+v_6)+(d_3+v_3)=0$$

aus denen durch Addition, welche die Streckengefälle $d_2{}^1$, $d_3{}^1$, $d_5{}^1$ aufhebt, folgt:

$$+(d_1+v_1)+(d_4-v_4)-(d_6+v_6)=0.$$

Es steht nun nichts im Wege, mit der Ausgleichung des Umfangs, d. h. mit Erfüllung dieser letzten Gleichung zu beginnen, dann mit I, II, III fortzufahren und zu schliessen.

Da $d_1 + d_4 - d_6 = \Delta = -\overset{m}{0{,}01}$ und der Umfang ABDA = S = 48,67 so wird der Einheitswerth der Verbesserung in diesem Umfange = 0,01 : S = Q und daher

$$v_1 = + s_1 \,.\, Q = + \overset{m}{0{,}0024} = + \overset{cm}{0{,}24}$$
$$v_4 = + s_4 \,.\, Q = + 0{,}0034 = + 0{,}34$$
$$v_6 = - s_6 \,.\, Q = - 0{,}0042 = - 0{,}42$$
$$d_1{}^1 = + 10{,}8838 + 0{,}0024 = + 10{,}8862$$
$$d_4{}^1 = + 7{,}6657 + 0{,}0034 = + 7{,}6691$$
$$d_6{}^1 = - 18{,}5595 + 0{,}0042 = - 18{,}5553.$$

Im Polygon ABCA = I ist $d_1 - d_2 - d_3 = \Delta_1 = \overset{m}{0{,}0092}$ und daher muss nach der ersten Gleichung des Systems (33) $\Delta_1 + \mathfrak{v}_1 - \mathfrak{v}_2 - \mathfrak{v}_3 = 0$ sein; da aber $\mathfrak{v}_1 = + \overset{m}{0{,}0024}$ schon gefunden ist, so muss $\mathfrak{v}_2 + \mathfrak{v}_3 = \Delta_1 + \mathfrak{v}_1 = + \overset{m}{0{,}0116}$ werden. Der Anschlussrest 0,0116 ist auf die Länge $s_1 + s_2 = 17{,}715$ gleichheitlich zu vertheilen, es trifft somit auf die Längeneinheit eine Verbesserung von 0,0116 : $S_1 = Q^I$ und es wird

$$\begin{aligned}
\mathfrak{v}_2 &= + s_2 \,.\, Q^I = + \overset{m}{0{,}0046} = + \overset{cm}{0{,}46} \\
\mathfrak{v}_3 &= + s_3 \,.\, Q^I = + 0{,}0070 = + 0{,}70 \\
\mathfrak{d}_2{}^1 &= - 6{,}1963 - 0{,}0046 = - 6{,}2009 \\
\mathfrak{d}_3{}^1 &= - 4{,}6783 - 0{,}0070 = - 4{,}6853.
\end{aligned}$$

In den beiden Polygonen II und III sind somit je zwei Strecken schon ausgeglichen; es bleibt somit in jedem nur noch die Verbesserung der dritten Strecke (hier $\mathfrak{v}_5$) so zu bestimmen übrig, dass jedes Polygon schliesst; es müssen demnach die beiden letzten Bedingungsgleichungen des Systems für $\mathfrak{v}_5$ gleiche Werthe geben, und diese Gleichungen sind:

$$\begin{aligned}
\mathfrak{d}_2{}^1 + \mathfrak{d}_4{}^1 - (d_5 + \mathfrak{v}_5) &= 0 \\
\mathfrak{d}_3{}^1 - \mathfrak{d}_6{}^1 + (d_5 + \mathfrak{v}_5) &= 0.
\end{aligned}$$

Da nun $\mathfrak{d}_2{}^1 + d_4{}^1 - d_5$ und ebenso $\mathfrak{d}_3{}^1 - \mathfrak{d}_6{}^1 + d_5 = - 0{,}0023$; so ist in der That

$$\mathfrak{v}_5{}^1 = - \overset{m}{0{,}0023} = - \overset{cm}{0{,}23} \quad \text{und somit}$$

$$\mathfrak{d}_5 = - 13{,}8677 - 0{,}0023 = - \overset{m}{13{,}8700}.$$

Wenn man die von Herrn General von Morozowicz nach der Methode der kleinsten Quadrate und von mir nach meinem abgekürzten Verfahren gefundenen Werthe zusammenstellt, so erhält man folgende zwei Tafeln:

Tafel I.

Die Verbesserungen und deren Quadrate.

Strecken-Nr	Morozowicz*)		Bauernfeind	
	v	vv	𝔳	𝔳𝔳
	cm		cm	
1	− 0,13	0,0169	+ 0,24	0,0576
2	+ 0,40	0,1600	+ 0,46	0,2116
3	+ 0,39	0,1521	+ 0,70	0,4900
4	+ 0,37	0,1369	+ 0,34	0,1156
5	− 0,20	0,0400	− 0,23	0,0529
6	− 0,76	0,5776	− 0,42	0,1764
		1,0835		1,1041

*) Die Vorzeichen der Verbesserungen sind hier für dieselben Richtungen genommen, welche für die Ausgleichung nach Bauernfeind gelten.

Tafel II.

Verbesserte Höhenunterschiede.

Strecke	Morozowicz	Bauernfeind	Differenz
	m	m	m
AB	+ 10,8825	+ 10,8862	− 0,0037
BC	− 6,2003	− 6,2009	+ 0,0006
CA	− 4,6822	− 4,6853	+ 0,0031
BD	+ 7,6694	+ 7,6691	+ 0,0003
DC	− 13,8697	− 13,8700	+ 0,0003
DA	− 18,5519	− 18,5553	+ 0,0034

Herr v. Morozowicz findet auf Seite 340 der oben genannten Zeitschrift den mittleren Fehler für den Kilometer

$$m = \pm \overset{mm}{0{,}765}$$

während aus meiner Rechnung

$$m = \pm \overset{mm}{0{,}772}$$

folgt; ein Unterschied zwischen beiden Werthen, der nicht mehr zu beachten ist.

3) Zum Schlusse will ich noch eine Vergleichung der nach zwei Methoden berechneten Verbesserungen eines Netzes beifügen, nämlich des Badischen Höhennetzes Friedrichsfeld-Carlsruhe, das Herr Dr. M. Doll in seiner Schrift „die Nivellirinstrumente und deren Anwendung", Stuttgart 1876, Seite 28 bis 30 nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen hat und wozu ich eine Ausgleichung nach meinem abgekürzten Verfahren berechnet habe.

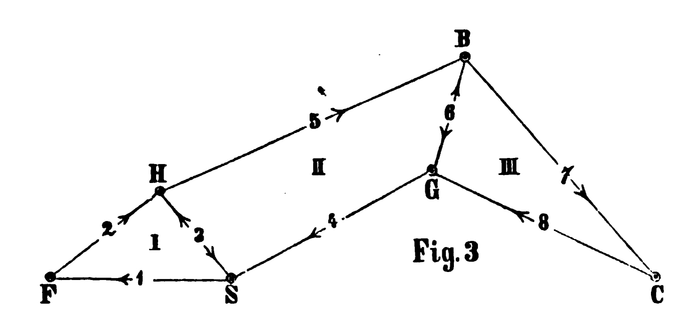


Fig. 3

Ein Bild des Badischen Netzes gewährt Fig. 3, worin F Friedrichsfeld, H Heidelberg, S Schwetzingen, G Graben, B Bruchsal und C Carlsruhe bedeutet.

Die gemessenen Grössen sind folgende:

					Km			m
Von	S	nach	F	ist	$s_1 = 19{,}5$	und	$d_1 =$	$-\ 1{,}0085$
„	F	„	H	„	$s_2 = 9{,}6$	„	$d_2 =$	$-\ 9{,}0140$
„	H	„	S	„	$s_3 = 9{,}0$	„	$d_3 =$	$+\ 10{,}0130$
„	S	„	G	„	$s_4 = 26{,}2$	„	$d_4 =$	$-\ 6{,}1935$
„	B	„	H	„	$s_5 = 33{,}3$	„	$d_5 =$	$+\ 2{,}6250$
„	G	„	B	„	$s_6 = 9{,}3$	„	$d_6 =$	$-\ 6{,}4615$

Von B nach C ist $s_7 = 21{,}3$ Km. und $d_7 = -\ 0{,}4935$ m.
„ C „ G „ $s_8 = 22{,}2$ „ $d_8 = +\ 6{,}9155$.

Für die hier gegebenen 3 Polygone SFHS = I, HSGBH = II und GBCG = III bestehen folgende 3 Bedingungsgleichungen, welche von beiden Methoden erfüllt werden müssen:

34) $-(d_1 + v_1) - (d_2 + v_2) + (d_3 + v_3) = 0$
$-(d_3 + v_3) - (d_5 + v_5) + (d_6 + v_6) + (d_4 + v_4) = 0$
$-(d_6 + v_6) - (d_7 + v_7) + (d_8 + v_8) = 0.$

Addirt man diese 3 Gleichungen, so folgt

$$-(d_1+v_1) - (d_2+v_2) - (d_5+v_5) - (d_7+v_7) + (d_8+v_8) + (d_4+v_4) = 0$$

was andeutet, dass auch der Umfang schliesst, wenn die einzelnen Polygone schliessen.

Beginnen wir die Ausgleichung nach meinem Verfahren mit Polygon III, so ist

$$-d_6 - d_7 + d_8 = \Delta_3 = -\overset{m}{0{,}0395}$$
$$s_6 + s_7 + s_8 = S_{III} = +\overset{Km}{52{,}80}$$

folglich der Einheitswerth der Verbesserung

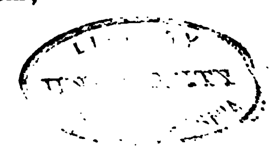
$$Q^{III} = -\frac{\overset{m}{0{,}0395}}{52{,}80}$$

die Verbesserungen: $v_8 = -s_8 \,.\, Q^{III} = +\overset{cm}{1{,}66}$
$v_7 = +s_7 \,.\, Q^{III} = -1{,}59$
$v_6 = +s_6 \,.\, Q^{III} = -0{,}70$

die Höhenunterschiede: $\mathfrak{d}_8{}^1 = +6{,}9155 + 0{,}0166 = +6{,}9321$
$\mathfrak{d}_7{}^1 = +0{,}4935 + 0{,}0159 = -0{,}4776$
$\mathfrak{d}_6{}^1 = -6{,}4615 + 0{,}0070 = -6{,}4545.$

In dem Polygon II ist

$$-d_3 - d_5 + d_6 + d_4 = \Delta_2 = +\overset{m}{0{,}0170}$$
$$+s_3 + s_5 + s_6 + s_4 = S_{II} = +77{,}8 \text{ Km};$$



die Strecke s_6 ist aber bereits verbessert und $\mathfrak{v}_6 = -\overset{m}{0},0070$ $= -\overset{cm}{0},70$; daher geht die Gleichung 2 des Systems (34) über in

$$\Delta_2 - 0{,}0070 - \mathfrak{v}_3 - \mathfrak{v}_5 + \mathfrak{v}_4 = 0$$

d. h. es ist noch $\Delta_2 - 0{,}007 = +\overset{m}{0},01$ auf die Strecken s_3, s_4, s_5, die zusammen die Länge $S^{II} = 68{,}5^{Km}$ haben, zu vertheilen. Es ist somit der Einheitswerth

$$Q^{II} = + \frac{\overset{m}{0},01}{68{,}5}$$

damit werden die Verbesserungen:

$$\begin{aligned} \mathfrak{v}_5 &= + s_5 . Q^{II} = + \overset{cm}{0},49 \\ \mathfrak{v}_4 &= - s_4 . Q^{II} = - 0{,}38 \\ \mathfrak{v}_3 &= + s_3 . Q^{II} = + 0{,}13 \end{aligned}$$

die Höhenunterschiede:

$$\begin{aligned} \mathfrak{h}_5^1 &= - 2{,}6250 - 0{,}0049 = - 2{,}6299 \\ \mathfrak{h}_4^1 &= + 6{,}1935 - 0{,}0038 = + 6{,}1897 \\ \mathfrak{h}_3^1 &= - 10{,}0130 - 0{,}0013 = - 10{,}0143. \end{aligned}$$

In dem Polygon I ist bereits die Strecke s_3 ausgeglichen, es findet daher für dasselbe nur mehr die Bedingungsgleichung statt:

$$-(d_1 + \mathfrak{v}_1) - (d_2 + \mathfrak{v}_2) + \mathfrak{h}_3^1 = 0.$$

Da nun $\mathfrak{h}_3^1 - (d_1 + d_2) = 10{,}0143 - 10{,}0225 = \Delta_1 = -0{,}0082$ und $s_1 + s_2 = S_I = 29{,}1$ Km. ist, so wird der Einheitswerth der Verbesserungen

$$Q^I = - \frac{\overset{m}{0},0082}{29{,}1};$$

damit ergeben sich die Verbesserungen selbst:

$$\begin{aligned} \mathfrak{v}_2 &= + s_2 . Q^I = - 0{,}55 \\ \mathfrak{v}_1 &= + s_1 . Q^I = - 0{,}27 \end{aligned}$$

und endlich die Höhenunterschiede

$$\mathfrak{b}_2{}^1 = -9{,}0140 + 0{,}0055 = -9{,}0085$$
$$\mathfrak{b}_1{}^1 = -1{,}0085 + 0{,}0027 = -1{,}0058.$$

Bildet man auch hier zwei Tafeln wie für das Preussische Netz, so gestalten sich dieselben wie folgt:

Tafel I.

Die Verbesserungen und deren Quadrate.

Strecken-Nr.	M. Doll		Bauernfeind	
	v	vv	$\mathfrak{v}$	$\mathfrak{vv}$
	cm		cm	
1	— 0,44	0,1916	— 0,55	0,3019
2	— 0,22	0,0464	— 0,27	0,0732
3	+ 0,30	0,0881	+ 0,13	0,0173
4	— 0,28	0,0761	— 0,38	0,1463
5	+ 0,35	0,1228	+ 0,49	0,2363
6	— 0,78	0,6026	— 0,70	0,4900
7	— 1,55	2,4149	— 1,59	2,5391
8	+ 1,62	2,6166	+ 1,66	2,7556
		6,1581		6,5597

Tafel II.

Die verbesserten Höhenunterschiede.

Strecke	M. Doll	Bauernfeind	Differenz
	m	m	m
SF	— 1,0041	— 1,0058	+ 0,0017
FH	— 9,0118	— 9,0085	— 0,0033
HS	+ 10,0160	+ 10,0143	+ 0,0017
SG	— 6,1907	— 6,1897	— 0,0010
BH	+ 2,6285	+ 2,6299	— 0,0014
GB	— 6,4537	— 6,4545	+ 0,0008
BC	— 0,4780	— 0,4776	— 0,0004
CG	+ 6,9317	+ 6,9321	— 0,0004

Wenn man nach den vorstehenden Fehlerquadraten die mittleren Fehler m und m des Badischen Netzes berechnet, so ergibt sich in deren Werthen kein merklicher Unterschied, sowie auch die Differenzen der verbesserten Streckengefälle sich nur zwischen 0,4 und 3,3 Millimeter bewegen. Es ist demnach hier wie in den anderen beiden Beispielen in Bezug auf die Resultate fast gleich, ob man nach dem strengen oder nach dem abgekürzten Verfahren rechnet, in Bezug auf die zur Ausgleichung erforderliche Zeit aber bietet meine Methode, welche — ich wiederhole es — nach einem festen Princip verfährt und daher mit andern willkührlichen Näherungsmethoden nicht zu vergleichen ist, um so grössere Vortheile, je mehr Polygone das auszugleichende Netz umfasst.

Sitzung vom 13. Januar 1877.

Herr Dr. C. W. Gümbel giebt

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen."

IV.

Der Pechsteinporphyr in Südtirol.

Die Verknüpfung von Felsitporphyr mit Pechstein ist eine ebenso häufige, wie höchst eigenthümliche Erscheinung, welche eine vollständig entsprechende Erklärung bis jetzt noch nicht gefunden hat. Es ist besonders Sachsen, dessen in manchen Beziehungen eigenthümliche Felsitporphyre an zahlreichen Orten mit Pechstein oder glasartig entwickeltem porphyrartigem Gestein unmittelbar vereinigt sind. Wie die neueste Arbeit von Kalkowsky (Min. Mitth. v. Tschermak 1874. I, S. 31), in welcher die sächsischen Pechsteinporphyre sehr gründlich und erschöpfend behandelt sind, zeigt, tritt nur in dem hemihyalinen Pechstein von Meissen Felsit als Entglasungsergebniss in grösserer Menge auf, während von den übrigen Fundstellen der Pechstein sich dem jüngeren der Trachytreihe ganz ähnlich verhält und vorherrschend aus glasartiger Grundmasse besteht. Dabei besitzt dieser Pechstein vielfach spärolithische Struktur. Die ausserordentliche sorgfältige Untersuchung

dieser Porphyre durch Zirkel und Kalkowsky gestattet es, die Untersuchung ähnlicher Gesteine zunächst mit ihnen in Vergleichung zu setzen und sie als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen zu nehmen.

An das Vorkommen dieser Pechsteinporphyre Sachsens schliesst sich zunächst jenes im Fichtelgebirge NO. von Wunsiedel an. Daselbst sehen wir ächten Felsitporphyr ohne scharfe Grenze in Pechstein verlaufen. Beide Gesteinsarten besitzen zuweilen sphärolithische Struktur, so dass man unwillkürlich zur Annahme gedrängt wird, dass sie nur verschiedenartige Ausbildungszustände eines und desselben Eruptivmateriales darstellen. Einen südlichsten Ausläufer weisen die Porphyre des ostbayerischen Grenzgebirgs in dem Vorkommen eines glasartig massigen Pechsteins in Kornberg bei Erbendorf unmittelbar neben Felsitporphyr auf (Geogn. Beschreib. von Bayern II S. 423), während pechsteinartige Gesteine weiter südlich und nördlich an dem Gebirgsrande des ostbayerischen Grenzgebirgs und des Fichtelgebirgs neben den Porphyren von Weiden, Bodenwöhr (Pingarten) und von Regenstauf, oder nordwärts bei Kemnath (Lenau, Aigen) und Stockheim fehlen. In den grossen Verbreitungsgebieten der Porphyre im Thüringer Walde, am Harz, in den rheinischen Gebirgszügen mangelt es gleichfalls an pechstein-artig ausgebildeten Modifikationen, die sich in ausgezeichneter Weise erst wieder auf den schottischen Inseln Arran und Egg, bei Oban in Schottland, Newry in Irland, Isle royal am Lake superiore in Nordamerika u. s. w. einstellen (Zirkel, Lehrb. d. Petrogr. I. Seite 576).

Auffallender Weise haben bis jetzt die so ausgezeichneten Pechsteinporphyre innerhalb des, so viel bekannt ist, grössten Porphyrdistriktes von Botzen in Südtirol noch in sehr geringem Grade die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, obwohl sie bereits v. Richthofen in seiner klassi-

schen Beschreibung der Gebirge von St. Cassian, von mehreren Fundpunkten (Castelruth, Auer bei Botzen) ausdrücklich als obsidianartige Pechsteine hervorhebt und beschreibt. Zwar erwähnen sie auch de Lapparent (Annal. d. mines Ser. T. VI p. 245) und Tschermak (D. Porph. Oesterr. S. 104), ohne aber in eingehender Weise sich mit ihnen zu befassen, so dass diese Südtiroler Pechsteine neuerdings fast in Vergessenheit gerathen sind.

Es dürften daher einige weitere Mittheilungen über diese höchst merkwürdigen Pechsteinporphyre von Südtirol wohl am Platze sein.

Auf meinen verschiedenen Wanderungen in Südtirol sind mir sogleich beim ersten Anblick schon deutlich als glasartig erkennbare, schwarze pechsteinartige Porphyre nur von drei Punkten bekannt geworden, nämlich aus dem Höllenbachthale zwischen Pausa, Höllen und Auer, dann bei Tisens unfern Castelruth (beide Fundstätten schon durch v. Richthofen bekannt) und ausserhalb des Botzener Porphyrmassivs von der Rasta N. von Schio unfern Recoaro. Was die Gesteine anbelangt, die Tschermak (Porph. Oesterr. S. 104 u. 105) beschreibt und von denen er annimmt, dass die Pechsteinbildung als ein Veränderungsprocess des ursprünglich grünen Porphyres aufzufassen sei, so gehören diese meiner Ansicht nach nicht in die Reihe der oben erwähnten Pechsteine. Doch sollen auch sie hier vorläufig erwähnt, später aber näher beschrieben werden.

Während es mir nicht gelang, über die Lagerungsverhältnisse des Pechsteinporphyrs aus dem Höllenbachthale, der in zahlreichen Blöcken und Brocken über die Oberfläche ausgestreut gefunden wird, namentlich über sein Verhalten gegen den benachbarten Felsitporphyr an den Berührungsstellen klaren Aufschluss zu gewinnen, bietet das Vorkommen des petrographisch sehr ähnlichen Gesteins vom Castelruth viel bessere Anhaltspunkte.

Wenn man den Kuntersweg, der von der Eisenbahnstation Waidbruck über das stattliche Schloss Trostburg nach Castelruth führt, verfolgt, so überschreitet man zunächst der Trostburg jene geschichteten Trümmer- und Breccien-gebilde, die auch im Eingang des Grödener Thals anstehen und die ich, wie die wollsackartig verwitternden, zwischen Porphyr eingeklemmten Bänke von Conglomeraten und Breccien im Eisackthale, bei Botzen und in der Naifschlucht bei Meran unbedenklich dem Rothliegenden zuzählen zu dürfen glaube. Zwischen den grobbrockigen, porphyrtuffigen, dunkelfarbigen Gesteinsbänken lagern feinere, sandigthonige Schichten von dunkler, oft röthlicher oder grünlich grauer Farbe, ohne dass sich darüber jene rothen oder weissen Sandsteine, die man als Grödener Sandstein zu bezeichnen pflegt, hier entwickelt zeigen. Höher aufwärts am Wege hebt sich darunter fast ununterbrochen bis nahe Castelruth gewöhnlicher, dunkler, röthlich grauer Felsitporphyr aus dem Untergrunde heraus und steht, wenn nicht stellenweis von erratischem Diluvium bedeckt, überall zu Tag an. Letzeres hat sich nur an einzelnen geschützten Lagen erhalten und mag früher einmal über die Thalgehänge in grossartiger Ausbreitung sich ausgedehnt haben. Gekritzte Rollstücke kennzeichnen es als Glacialschutt. Trotz der Einförmigkeit des Porphyrs bieten sich auf diesem Wege in den ungemein zahlreichen Rundbuckelformen der Porphyrfelsen und in den oft spiegelglatten Gletscherschliffen, bei denen man oft 2 – 3, in der Richtung verschiedene Systeme als Zeichen zeitweilig veränderter Richtung der Gletscherbewegung unterscheiden kann, interessante Beobachtungsobjekte.

Ehe man Castelruth erreicht, kurz vor dem Dorfe Tisens, begegnet man in einem Wäldchen am Fusse eines felsigen Bergkopfs den ersten Blöcken eines intensiv schwarzen, glasartigen, durch unzählige eingesprengte weisse Quarz-

körnchen und wasserhelle Feldspathkryställchen weissscheckigen Pechsteinporphyrs. Näher gegen das Dorf Tisens mehren sich diese Blöcke und zeigen ein Gestein, das durch Einschlüsse von gelbem, auf den ersten Blick olivinähnlichem Quarz und von derben, rostgelben Putzen besonders in die Augen fällt. Die Wegmauer ist fast ausschliesslich von diesem Material aufgebaut. Verfolgt man nun das Gestein an dem steilen Felsengehänge, um es anstehend und im Contakte mit dem benachbarten gewöhnlichen Felsitporphyr zu beobachten, so ist nur eine Stelle an dem kleinen waldigen Bergkopfe N.W. vom Dorfe Tisens blossgelegt, an dem man das gangartige Durchsetzen des Pechsteinporphyrs durch Felsitporphyr beobachten kann. Weiterhin scheint er sich wie eine Decke an den Felsitporphyr anzulehnen.

Diesen Pechsteinporphyr, den wir der Kürze wegen den Castelruther nennen wollen, besteht in seiner Hauptmasse aus einer pechartig glänzenden schwarzen Glasmasse, in welcher ungemein viele — zahlreichere, als im gewöhnlichen Felsitporphyr — weissliche, gelbliche, auch röthliche Quarzkörnchen und glashelle rissige Feldspaththeilchen eingebettet sind. Dadurch, dass einzelne Parthieen des Gesteins streifenweis reicher oder ärmer an Einschlüssen sind und die Quarzkörnchen in einzelnen gewundenen und verschlungenen Zügen und Striemen bald röthlich, bald gelblich gefärbt sich zeigen, gewinnt das Gestein schon im Grossen das Ansehen einer in zähem Fluss bewegten und nach und nach erstarrten Masse. Die schwärzliche, bräunliche, selten grauliche Grundmasse ist durchaus glasartig, bricht unregelmässig muschlig und lässt, soweit diess das unbewaffnete Auge unterscheiden kann, keinen Uebergang ins Felsitische oder in die Beschaffenheit der gewöhnlichen Felsitporphyre wahrnehmen. Hier und da eingesprengte Theile einer rothgelben Substanz mit fettartigem Glanz und

mattem Bruche erinnert an eine zweite Art von Glasmasse, die mit der ersten verschmolzen erscheint.

Die Quarzkörnchen sind, soweit sich das verfolgen lässt, ringsum, aber etwas roh auskrystallisirt in hexagonalen Pyramiden, welche hier und da die schmalen Combinationsflächen mit dem hexagonalen Prisma zeigen. Die Flächen sind matt, wie angeschmolzen, und ohne die so charakteristischen Striche und Linien. Einzelne Krystalle verhalten sich wie an den Kanten und Ecken abgerundet und scheinen einen Uebergang in rundliche Körner zu vermitteln. Die schon erwähnte gelbe Färbung vieler dieser Quarztheile, wodurch sie ein olivinähnliches Aussehen gewinnen, ist besonders eigenartig und rührt von eingeschlossenem gelblichem Glas her.

Die gleichfalls sehr reichlich beigemengten Feldspathkrystalle sind mehr oder weniger wasserhell, rissig, meist ungefärbt und nehmen nur in den Parthieen, die gelbe Quarzkörnchen enthalten, gleichfalls einen etwas gelblichen Ton an. Auf den Spaltflächen lassen sich keine Parallelstreifchen wahrnehmen, obwohl zahlreiche Parallelrisse durch die Feldspathmasse ziehen. Die Hauptspaltflächen stehen rechtwinklig zu einander, der Feldspath ist mithin ein orthoklasischer. Makroscopisch lässt sich die Anwesenheit eines Plagioklas, dessen Gegenwart die mikroscopische Untersuchung lehrt, nicht deutlich nachweisen. Ein sehr rein ausgelesenes Material dieses Feldspaths analysirt, erweist sich in folgender Weise zusammengesetzt (Anal. von Hrn. Ass. A. Schwager):

Kieselsäure m. etwas Titansäure	67,95
Thonerde	19,49
Eisenoxyd	1,68
Kalkerde	0,66
Kali	6,08
Natron	2,99
Glühverlust	0,62
	99,47.

Diese Zusammensetzung gleicht zunächst jener des Sanidins von Mont d'or (Kali = 6,9, Natron = 3,7) und nähert sich überhaupt mehr derjenigen der Sanidine, als der Orthoklase. Diess im Zusammenhalt mit der wasserhellen, glasartigen Beschaffenheit berechtigt wohl diesen Feldspath als Sanidin anzusprechen.

Sehr merkwürdig ist das fast völlige Fehlen von Glimmer, der nur in höchst spärlichen Blättchen sich in den Dünnschliffen da oder dort beobachten lässt. Sonstige Einschlüsse kann man makroscopisch nicht unterscheiden. Dagegen liefert die mikroscopische Untersuchung der Dünnschliffe weitere interessante Ergebnisse.

Die dem unbewaffneten Auge ganz gleichartig erscheinende Glasmasse theilt sich unter dem Mikroscop in eine vorwaltend graue oder schwärzliche und in eine untergeordnete gelbliche bis lederbraune. Die erstere Art des Glases zeigt im Allgemeinen die Beschaffenheit der Glasmasse, wie sie etwa am Zwickauer Pechstein vorkommt. Die Fluktuationserscheinungen sind in ausgezeichneter Weise zu sehen. Die bald gradgestreckten, bald wellig gebogenen und auf die mannigfachste Weise gewundenen oder verschlungenen dunklen, selten bräunlich gefärbten Striemchen, die sich durch die Glasmasse durchziehen und in den Dünnschliffen als die Durchschnitte lamellarer Theile sich in Form von Fäden darstellen, erscheinen dem Auge durch dunklere und hellere Schattirungen als fein parallel gestreift, genau so wie die Fäden, welche sich beim Zusammengiessen verschieden schwerer Flüssigkeiten beobachten lassen. Ich konnte mich nicht davon überzeugen, dass diese dunklen und hellern Schattirungen durch feine capillare Hohlräume oder Röhrchen erzeugt werden, welche mit den Fäden fortziehen, vielmehr machten sie auf mich den Eindruck, als ob sie durch substanzielle Differenzen in der Masse selbst, durch verschieden beschaffene d. h. mit verschiedener Menge

fein eingestreuter kleinster Theilchen unterscheidbare membranenartig mit einander verschlungene Streifchen bedingt seien. Diese Striemchen schliessen deutlich wechselnd helle und durch unendlich feinen schwarzen Staub getrübte Zwischentheile ein, als ob verschiedenartige Glasmassen durcheinander geflossen wären. In den staubig dunkleren Striemchen liegen hier und da einzelne oder mehrere von einem Punkt strahlig gruppirte lange, äusserst feine Nädelchen, so dünn, dass sie i. p. L. bei der Dunkelstellung sich nicht als doppelt brechend erkennen lassen. Die durch solche Fluktuationsfäden oder -Lamellen ausgezeichneten Glastheile breiten sich nun nicht gleichförmig durch die Gesteinsmasse aus, sondern es wechseln in ganz kleinen Parthieen verschiedene Systeme, so dass nach einer bestimmten Richtung gestreifte Felder oft plötzlich abbrechen und dafür ein neues System nach anderer Richtung gestreifter Glastheilchen eintritt, wobei zuweilen beide durch eine dunkle Querlinie, die wie ein Riss aussieht, getrennt erscheinen. Zuweilen verliert sich auch die Fluktuationszeichnung ganz und es erscheint dann die grauliche, auch zwischen den Fluktuationsstreifchen bemerkbare Glasmasse einförmig, meist durch unendlich feine Staubtheilchen etwas getrübt und durch kurze, dunkle Striche gleichsam in Felder abgetheilt, eine Annäherung an die perlitische Struktur andeutend. Wahrscheinlich kommen solche mehr gleichmässige Glastheile zum Vorschein, wenn der Schliff grade in und parallel mit den Lamellen geführt wurde. Eine entschieden sphärolithische Ausbildung habe ich nicht beobachten können.

Etwas abweichende Erscheinungen treten in der gelblich gefärbten Masse hervor. In ihr bemerkt man selten deutliche Fluktuationsstreifchen; sie ist meist trübe, von kleinen Körnchen ganz erfüllt, sonst aber amorph. Es ist sehr bemerkenswerth, dass solche gelbe Masse fast immer die eingeschlossenen Krystalle rindenartig umhüllt, aber

auch streifenweis mit dem grauen Glas sich vermischt. Mehr abgeschlossene, fast sphärolithisch gesonderte gelbe Parthieen bestehen aus einer Masse, in der kleine, wirr gelagerte Stäbchen und Körnchen die Oberhand gewinnen und im p. L. einen Uebergang ins Krystallinische verrathen. Ob diese Erscheinung Folge eines Uebergangsstadiums zur Felsitausbildung oder aber von aufgenommenen Felsitbrocken herzuleiten sei, ist schwer zu entscheiden. Doch dürfte die erstere Annahme die wahrscheinlich richtigere sein. Darauf weist der Umstand hin, dass solche gelbe Masse zuweilen in die Quarzkrystalle vordringt und darin sich in kleinen Aederchen oder rundlichen Ausscheidungen vorfindet. In diesen eingeschlossenen Parthieen bemerkt man keine Fluktuationszeichen, die Masse ist entweder ganz gleichförmig amorph, sehr intensiv braun gefärbt oder noch häufiger feinkörnig im Zustande der Entglasung. Die Glasmasse erweist sich i. p. L. durchweg als amorph, nur bei Anwendung eines eingeschobenen Gypsblättchens scheiden sich einzelne Parthieen und zwar meist die stark gekörnelten aus, welche mehr oder wenig deutlich Farben zeigen. Zerstreut in der Glasmasse tauchen sehr vereinzelt weiter noch unregelmässig gestaltete, längliche, oft verzerrte, undurchsichtige Flecken von braunlich schwarzem Schimmer auf, die, wie der äusserste Rand andeutet, aus kleinen dunklen Körnchen zusammengesetzt sind. In einzelnen Fällen lässt sich zwischen diesen Körnchen eine Substanz erkennen, die unzweifelhaft braunem Glimmer angehört. Daneben finden sich noch dunkle, schmale, zackige Flecke, welche die Bildung von Augit, vielleicht auch von Hornblende anzeigen.

In den Dünnschliffen zeigen die Durchschnitte der eingeschlossenen Quarzkrystalle fast constant eine dünne Umrandung mit der oben erwähnten gelben Glasmasse, welche stellenweise in feinen senkrecht zur Fläche stehenden Fäserchen gleichsam mit der Quarzsubstanz verwachsen ist.

In der Quarzmasse selbst sieht man ziemlich häufig Glaseinschlüsse und feine, nicht weiter bestimmbare dunkle Körnchen. Wasserbläschen konnte ich keine auffinden. Im p. L. treten grelle bunte Aggregatfarben hervor.

Die Sanidine bilden in dem Dünnschliffe wasserhelle, scharf umgrenzte Ausscheidungen, die meist nach den Hauptspaltungsrichtungen von parallelen senkrechten Rissen durchzogen sind. Sie enthalten gleichfalls ziemlich häufig Glaseinschlüsse, die zuweilen durch feine Fädchen noch mit der äusseren Glasmasse verbunden sind. Wie am Quarze zeigt sich auch rings um die Sanidine eine dünne Umrindung von gelbgefärbter Glasmasse. Im p. L. kommt immer gleichzeitig über die ganze Fläche des durchschnittenen Krystalls dieselbe Farbe zum Vorschein, wechselnd zwischen Blau und Gelb. Durch die Anwendung des polarisirten Lichtes treten nun auch sehr vereinzelte kleine, gestreifte Plagioklase aus der Grundmasse hervor, die man sonst kaum zu unterscheiden im Stande wäre. Diese Plagioklase sind aber so spärlich, dass ihnen bezüglich der chemischen Zusammensetzung des Gesteins im Ganzen kaum ein erheblicher Einfluss zukommt.

Bei dem innigen Verbande, in welchem auch der Castelruther Pechsteinporphyr mit dem Felsitporphyre an der bezeichneten Fundstelle und auch an den übrigen Orten, wo er in Südtirol vorkommt, steht, liegt die Annahme sehr nahe, dass er gleichfalls nur eine durch rasche Erstarrung bedingte Modifikation des Felsitporphyrs sei. Naumann führt (s. Lehrb. d. Geogn. I, S. 608) an, dass der Pechsteinporphyr ein natürliches wasserhaltiges Glas sei, welches die in der Grundmasse des Felsitporphyrs bereits krystallinisch gesonderten Bestandtheile, nämlich Quarz und Feldspath noch im Zustande eines geschmolzenen Magma's enthalte, in welchem die Kieselerde sehr vorzuwalten pflege. Auch Zirkel (L. d. Petr. S. 567) bemerkt, dass dasselbe

Material, welches bei krystallinischer Festwerdung Felsitporphyr und quarzführende Trachyte geliefert hätte, einer Ausbildung zu Pechstein unterlegen sei und (Mic. Beschr. d. Min. u. G. S. 371), dass der Pechstein gewissermassen in der Entwicklung zu Porphyr gehemmt worden sei und wäre die Entglasung .... weiter fortgeschritten, so wäre ein ächter normaler Quarzporphyr daraus hervorgegangen. Rosenbusch (Mic. Physiogr. d. Min. S. 128) schliesst sich dieser Anschauung an, dass die eine Art von Pechstein bei krystallinischer Erstarrung zu Felsitporphyr, die andere zu quarzhaltigem Trachyte erstarrt wäre. Vogelsang (Philos. d. G. S. 144—194) fasst den Vorgang in der Weise auf, dass die Beschaffenheit der porphyrischen Grundmasse das Resultat der secundären molekularen Entglasung sei, welche auf nassem Wege eine ursprünglich glasig ausgebildete Substanz von der Natur der hyalinen Pechsteinmasse betroffen habe, ohne jedoch eine solche Umwandlung auf alle Porphyre ausdehnen zu wollen, wogegen fast alle andern Petrographen sich für eine ursprüngliche Herausbildung der Porphyrmasse in ihrer jetzigen Beschaffenheit ausgesprochen haben.

In dieser noch nicht völlig geklärten Frage dürfte aber neben der mikroscopischen Untersuchung wohl auch die chemische Zusammensetzung zu Rathe zu ziehen sein, wie diess bereits von Roth (vergl. Zirkel a. a. O. S. 573) geschehen ist.

Versuchen wir diess nun bei unserm Südtiroler Pechsteinporphyr, so finden wir, dass seine chemische Zusammensetzung sich eng an die der bisher von anderen Fundstellen analysirten Pechsteine, namentlich an jene von Meissen und von Arran (Lambash road) anschliesst; dass wir es mithin hier nicht mit einem Ausnahmsfalle zu thun haben, sondern mit einem ziemlich allgemein herrschenden Verhalten des Pechsteinporphyrs.

Da unser Castelruther Gestein eine ungewöhnlich grosse Menge von Quarz- und Feldspathausscheidungen enthält, so schien es gerathen, nicht bloss die Gesammtgesteinsmasse, sondern in möglichst vollständiger Sonderung auch die schwarze Glasgrundmasse ohne Mineraleinsprengungen und den Feldspath zu analysiren. Bei der Bauschanalyse wurde eine Mischprobe aus einer bedeutenden Menge fein gepulverten Gesteins genommen. Das Ergebniss der von H. Ass. A. Schwager ausgeführten Analysen ist nachstehendes:

I Bauschanalyse des ganzen Gesteins.

II Analyse der schwarzen Glasgrundmasse.

III Analyse des hellen Feldspaths (Sanidin's, wie schon früher mitgetheilt).

	I	II	III
Kieselsäure . . .	76,52	71,66	67,95
Thonerde	12,10	12,02	19,49
Eisenoxyd . . .	1,96	1,64	1,68
Kalkerde	0,85	0,33	0,66
Bittererde . . .	0,22	0,21	—
Kali	2,62	2,69	6,08
Natron	2,94	6,54	2,99
Glühverlust . . .	2,74	4,58	0,62
Summe	99,95	99,67	99,47

Demnach enthält das Gestein ungefähr 0,3 Pechsteingrundmasse, 0,3 Sanidin und 0,33 Quarz, der Rest fällt anderen Beimengungen zu.

Eine Analyse des möglichst ausgelesenen gelben, auf einzelne Putzen ausgeschiedenen Glases, freilich mit nur geringer Menge angestellt, ergab etwas abweichend:

Kieselerde	73,93
Thonerde	11,11
Eisenoxyd	1,35
Kalkerde	1,26
Bittererde	1,07
Kali	3,39
Natron	4,59
Glühverlust	3,28
	99,98.

Vergleicht man mit den Ergebnissen der Analysen I und II die Zusammensetzung des gewöhnlichen Botzener Felsitporphyrs, von dem drei Analysen vorliegen (vergl. Tschermak a. a. O. S. 103 und 104), so ergiebt sich als dessen chemische Zusammensetzung bei:

I Quarzporphyr von St. Ulrich in Gröden, der dem Felsitporphyr in unmittelbarer Nähe des Castelruther Pechsteinporphyrs ganz gleich beschaffen ist und überhaupt die vorherrschende Abänderung bei Botzen repräsentirt,

II und III rother Porphyr von Moëna.

	I	II	III
Kieselsäure . . .	76,14	73,16	74,62
Thonerde	12,69	12,84	11,94
Eisenoxydul . . .	1,78	3,02	2,59
Manganoxydul . .	0,17	Sp.	0,23
Kalkerde	0,51	1,22	0,73
Bittererde . . .	0,32	0,44	0,31
Kali	5,81	4,32	5,29
Natron	1,82	3,33	2,93
Wasser	1,03	1,20	0,90
Summe	100,27	99,47	99,54

Im Vergleich mit der Zusammensetzung des Pechsteinporphyrs ergiebt sich zunächst, abgesehen vom Wassergehalte, in Bezug auf den Gehalt an Alkalien ein höchst merkwürdiger Unterschied darin, dass sich das Verhältniss der Menge von Kali und Natron gerade umgekehrt zeigt. Im Felsitporphyr herrscht das Kali entschieden über das Natron vor, während im Pechsteinporphyr mehr Natron als Kali enthalten ist, wie sich diess constant bei fast allen Pechsteinen zu erkennen giebt. Ich halte es daher nicht für gerechtfertigt, die Pechsteinporphyre ohne Weiteres als glasartig erstarrte Felsitporphyre anzusprechen. Denn es lässt sich nicht erklären, wohin die Menge des Natron's beim Uebergang in den felsitischen Zustand gekommen sei, da doch nicht anzunehmen ist, dass ausschliesslich Natron etwa mit dem gleichfalls verschwundenen Wasser ausgeschieden und abgeflossen sei. Wohl sind die Botzener Felsitporphyre ziemlich reich an Plagioklaseinschlüssen, wie Tschermak (a. a. O. S. 100) hervorhebt und wie auch meine Dünnschliffuntersuchungen bestätigen, aber trotzdem ist dieser Gehalt nicht zureichend, um das angeführte Verhältniss von Kali und Natron daraus zu erklären.

Ich möchte daher vermuthen, dass Pechstein- und Felsitporphyr schon ursprünglich zwei wesentlich verschiedene Dinge sind und dass gerade desshalb, weil das Magma gewisser Porphyre grössere Mengen von Natron enthielt, dieses länger bei niederer Temperatur sich flüssig erhalten konnte, um so mehr nach Ausscheidung von Quarz und Sanidin in so grosser Menge, wie sie in unserem Gestein sich vorfinden. Der vorwaltende Gehalt an Natron scheint mir daher der eigentliche Grund des Vorkommens von Pechsteinporphyr neben Felsitporphyr zu sein; beide repräsentiren nicht bloss verschiedene Erstarrungszustände einer Gesteinsart, sondern sind zwei von vornherein wesentlich verschiedene Gesteins-

arten, die nur als nahezu gleichzeitige Eruptionsmasse miteinander vergesellschaftet sich erweisen. Man könnte diesen Pechsteinporphyr gradezu als Natronglasporphyr kennzeichnen.

Der Porphyr bei Botzen ist jedoch nicht so gleichartig zusammengesetzt, als es die drei oben angeführten Analysen vermuthen lassen, wenigstens fand ich eine ganz abweichende Zusammensetzung bei einem anscheinend sehr frischen, rothbraunen Porphyr vom Aussehen der bei Botzen vorherrschenden Varietät, welchen ich in der Naifschlucht bei Meran gesammelt habe. Die Analyse ergab:

Kieselerde	66,60
Thonerde	15,17
Eisenoxyd	8,92
Kalkerde	0,46
Bittererde	0,37
Kali	3,85
Natron	3,57
Glühverlust	2,00
	100,94.

Diese Varietät enthält wesentlich weniger Kieselsäure. Ich möchte vermuthen, dass solche Verschiedenheiten im Botzener Bezirke sich öfter wiederholen.

Tschermak führt (a. a. O. S. 104 und 105) bei den Botzener Pechsteinporphyren auch Uebergänge an, bei welchen neben der rothen Porphyrmasse grüne Flecke in regelmässiger Vertheilung und zwischen diesen kleine dunkle Pechsteinparthieen vorkommen. Er fasst bei diesem Gestein die Pechsteinbildung als einen Veränderungsprocess des ursprünglich grünen Porphyrs auf und nimmt an, dass das grüne Gestein durch O.haltige Wässer umgewandelt, und das Gemenge der neugebildeten Wasser- und Eisen-haltigen Verbindungen in eine amorph aussehende Masse als Pechstein abgesetzt wurde.

Ich glaube die Porphyrmodifikation, auf welche diese Schilderung passt, in der Umgegend von Botzen mehrfach beobachtet zu haben und will meine über diese angestellten Untersuchungsergebnisse gleichfalls hier mittheilen.

Bei dieser Art von Gestein scheint allerdings eine amorphe grünlich gefärbte dichte Substanz die Grundmasse des Porphyrs zu ersetzen und an die Stelle des Porphyrglases getreten zu sein. Die Beschaffenheit dieses Porphyrs lässt schon nach dem blossen Ansehen auf einen hohen Grad von erlittener Zersetzung schliessen; in der That braust derselbe mit Säuren behandelt ziemlich lebhaft auf. Es gelang, hinreichende Menge der erwähnten grünen Grundmasse in sehr reinem Zustande zu isoliren. Dieselbe erwies sich nach der Analyse (A. Schwager) als bestehend aus

Kieselsäure	51,64
Thonerde	28,72
Eisenoxyd- und Oxydul	5,22
Kalkerde	0,17
Bittererde	0,07
Kali	9,24
Natron	1,20
Glühverlust (Wasser) .	4,34
	100,60.

Diese Masse ist mithin nach Art eines Pinitoids oder von Onkosin zusammengesetzt und ist unzweifelhaft ein Umsetzungsprodukt einer feldspathigen Substanz. Aus dem hohen Kaligehalt ist wohl sicher zu schliessen, dass sie nicht aus einem Glas hervorgegangen sein kann, wie jenes des Castelruther Pechsteinporphyrs, sondern aus einer anderen kalireicheren. Dass aber die ursprüngliche Substanz die gleiche Textur besass, wie die Glasmasse, beweist die mikroscopische Untersuchung, bei der sich zeigt, dass trotz der Umänderung die Fluktuationsstreifchen noch wohl erhalten geblieben sind, und hellere mit dunkleren Lamellen in viel-

fachen Verschlingungen mit einander wechseln, wie in der Pechsteingrundmasse, jedoch ist alles krystallinisch umgebildet. Denn die ganze grüne Masse erweist sich i. p. L. als doppeltbrechend, wie der Okosin.

Neben dem hohen Kaligehalt ist die geringe Menge von Kieselsäure auffallend. Wenn wir dem Glas, aus dem die grüne Substanz hervorgegangen ist, nur einen Kieselsäuregehalt ungefähr von dem des Oligoklases = 65% zutheilen, so müsste eine enorme Menge bei der Umbildung fortgeführt worden sein. Es ist daher wahrscheinlich, dass schon ursprünglich die Glasmasse basischer zusammengesetzt war. Hier ist allerdings eine Veränderung im Sinne des von Tschermak angedeuteten Wassereinflusses vor sich gegangen; aber das Gestein dürfte doch nicht mehr als ein ächter Pechsteinporphyr zu bezeichnen sein.

Dagegen ist das Gestein von der Rasta unfern von Recoaro ein ächter Pechsteinporphyr. Es scheinen ihm zwar in die Augen fallende Ausscheidungen von hellen Quarz- und Feldspaththeilchen in der intensiv schwarzen glasartigen Grundmasse zu fehlen, es zeigt sich aber, dass dafür in sehr beträchtlicher Menge schwarze Glimmerblättchen eintreten. In den Dünnschliffen erweist sich jedoch das Gestein auch sehr reich an hellen rissigen orthoklasischen Feldspathausscheidungen, ärmer an Quarzkörnchen. Die Glasgrundmasse hat dieselben Fluktuationsstreifchen und hellere neben dunkleren Lamellen aufzuweisen, wie die des Castelruther Gesteins. Die dunkleren Streifchen enthalten deutlich mehr pulverigkörnigen Staub, wie die hellen, doch ist das Ganze reichlich damit erfüllt. Daneben bemerkt man an den meisten Stellen zahlreiche, unregelmässige kurze Fäserchen, die wirr durcheinanderliegen und in den hellen Streifchen oft sich wie eine Querstreifung darstellen. In den Krystallausscheidungen sind häufig Glaseinschlüsse zu bemerken. Neben dem grünlich-braunen Glimmer stellen sich spärlich auch kleine

Einsprengungen eines olivingrünen, stark dichroitischen, rissigen Minerals ein, das Hornblende sein dürfte. Häufig treten dunkle grössere Körnchen, die zahlreich im ganzen Gestein eingestreut sind, zu einer Art Krystallform zusammen, und umschliessen, wie beim Castelruther Pechsteinporphyr, Glimmer und seltener Augit, der im Gestein vom Höllthale bei Auer häufiger vorkommt.

Ich habe diesen Pechsteinporphyr zusammengesetzt gefunden aus:

Kieselsäure	65,20
Thonerde	16,00
Eisenoxyd	4,90
Manganoxydul	0,65
Kalkerde	1,24
Bittererde	1,64
Kali	1,77
Natron	3,72
Glühverlust	4,15
	99,27.

Werfen wir nun einen Blick auf die Felsitporphyre des Botzener Gebirgs zurück, so wäre es im höchsten Grade interessant, bei der erstaunlichen Abwechslung, in der sich hier diese Gebirgsart entwickelt findet, alle diese Varietäten einer mikroscopischen Untersuchung zu unterziehen. Ich habe nur einen verschwindend kleinen Theil davon näher zu untersuchen bis jetzt Zeit gefunden, glaube auch schon dadurch eine bemerkenswerthe Thatsache erkannt zu haben, nämlich, dass trotz des felsitischen Aussehens eine Anzahl dieser Felsitporphyr glasartige Grundmasse enthalten, dass manche wahre Glasporphyre darstellen, welche nur von dem, was man gewöhnlich Pechsteinporphyre nennt, durch die helle und röthliche Farbe und weniger auffallenden Glasglanz sich unterscheiden. Weitaus die Hauptmasse des Botzener Porphyrs besitzt allerdings in der Grundmasse

die sog. felsitische Ausbildung in der Weise, dass eine helle, durchsichtige, seltener schwach gefärbte glasartige Substanz von einer oft bis zum Undurchsichtigwerden angehäuften Menge feinsten, dunklen Staubs und undeutlich abgegrenzter kleinster Körnchen erfüllt ist. Oft reihen sich die dunklen Staubtheilchen aneinander zu unregelmässigen kurzen Fäserchen oder Nädelchen, die meist gekrümmt und gebogen, gleich dick oder theilweise verdickt, zuweilen perlenschnurartig gegliedert, sich von den kurzen, hellen graden Mikrolithen durch ihre unregelmässige Form unterscheiden. Die letzteren kommen zwar meist spärlich vor, aber fehlen doch selten ganz. Oft finden sich an einzelnen Stellen die Fäserchen zu einem wirren Gewebe filzartig verschlungen.

Indem die Staubtheilchen oder Körnchen sich nach gewissen Linien dichter oder weniger dicht zeigen, bald in gewundenen Lamellen, bald in fadenähnlichen rundlichen Streifchen sich zusammengruppiren, kommt die Erscheinung der Fluktuation oder Strömung zum Vorschein, welche wenigstens spurweise überall sichtbar ist und zum Theil durch rundliche Zeichnungen und bogenartige Striche eine Neigung zu sphärolithischer Absonderung verräth. Ich habe nie eine Zertheilung dieser Grundmasse etwa in feldspathige und quarzige Mikrolithe oder Körnchen beobachtet, vielmehr zeigt sich die helle, den Mineralstaub beherbergende Grundmasse entweder ganz amorph, so dass sie i. p. L. selbst bei Anwendung eines zwischengeschobenen Gypsblättchen sich einfach brechend verhält oder aber diese Grundmasse löst sich i. p. L. auf in ein Aggregat von schwach oder ganz schwach polarisirenden Theilchen, welche dicht aneinander sich anschliessen und weiter bei Anwendung eines Gypsblättchens meist sehr deutliche Aggregatfarben aufweisen. Diese Feldchen der Aggregate sind nicht mikrolithenartig klein, sondern besitzen meist eine ziemliche Ausdehnung, wie kleine Krystalltheile. Zwischen diesem

Zertheilen der Grundmasse in solche Aggregate, die ich als den Anfang einer Krystallbildung ansehe im Stadium der noch nicht scharfen Abgrenzung und Absonderung von dem umhüllenden Magma (leptomorphe Ausbildung) und dem amorphen Zustande finden sich nun zahlreiche Mittelstufen der Entwicklung mit mehr oder weniger zahlreichen und mit mehr oder weniger deutlich doppeltbrechenden Theilchen oder Feldchen. Man hat, wie mir scheint, bei der Untersuchung der Felsitgrundmasse, häufig zu viel Gewicht auf das Zertheilen der Grundmasse in Mikrolithe von Feldspath oder Quarznatur gelegt, und im Suchen nach diesen das Auseinandergehen der Grundmasse in noch nicht scharf abgegrenzte schwach doppelt brechende Theile übersehen. Ich glaube, man kann bei dem Felsitporphyr wenigstens dem Botzener nicht von einer ausschliesslich amorpher und nicht von einer ausschliesslich doppelt brechenden Grundmasse sprechen; beide sind Zustände, die ineinander übergehen und nebeneinander selbst in ein und demselben Gesteinsstück vorkommen können. Die extremsten Ausbildungsweisen liegen vor in einem ziegelrothen Porphyr aus der Umgegend von Cavalese mit Quarz und ausgezeichnet schön, meist in Carlsbader Zwillingen ausgebildeten grossen Orthoklaskrystallen, dessen Grundmasse im p. L. (mit Gypsblättchen) in ein vollständiges Aggregat mit bunter Farben sich zertheilt, und in einem gleichfalls ziegelrothen Felsitporphyr aus der Naifschlucht bei Meran, dessen fast wasserhelle, wenig staubige, mit grösseren dunklen Körnchen und einzelnen Mikrolithnädelchen spärlich versehene Grundmasse auch bei eingeschobenem Gypsblättchen als einfach brechend sich erweist, während nicht sehr zahlreiche stielrunde Fäden zwischen der Glasmasse sich durchschlängeln. Diese Fäden sind so eigenthümlicher Art, dass es verzeihlich wäre, getäuscht durch ihre regelmässige Form und ihr fadenalgenähnliches Aussehen, sie für organische Gebilde zu halten.

Sie bestehen aus einer tief rothgefärbten Hülle, welche durch die Anhäufung und Concentrirung des eisenrothen Staubs entsteht und aus einem von diesen eingeschlossenen hellen Kern, dessen Masse, wie ich auf Querschnitten der Dünnschliffe sehen konnte, das Licht schwach doppelt brechen. Im Uebrigen deuten einzelne bogenförmig gekrümmte Streifchen auch hier die Fluktuationserscheinung an.

In der Mitte zwischen diesen Extremen steht der im Ganzen als die häufigste Varietät bei Botzen auftretende braunrothe Felsitporphyr. Die durch schwärzlich rothe feinste Körnchen staubige Grundmasse erweist sich i. p. L. als nur sehr schwach, stellenweis etwas stärker doppeltbrechend, während bei Anwendung eines eingeschobenen Gypsblättchens so reichlich Aggregatfarben zum Vorschein kommen, dass nur geringe Theile der Grundmasse jetzt als einfach brechend sicher zu erkennen sind.

Bei manchen weisslich gefärbten und erdig aussehenden Porphyren lässt der Dünnschlicht eine Menge aus kleinen körnigen Klümpchen zusammengeballter, weisser, nur schwach durchscheinender Flocken erkennen, die in einer grossentheils amorphen Grundmasse liegen. Diese Flocken scheinen aus der Zersetzung derjenigen Theile der Grundmasse hervorgegangen zu sein, welche sich in dieser sonst als schwach doppeltbrechende, nicht scharf umgrenzte erkennen lassen.

Es liegt nach diesen Beobachtungen die Annahme nahe, dass auch der Felsitporphyr von Botzen stellenweis glasig erstarrt ist, ohne dass sich aber diese Art von Kaliglasporphyr dem unbewaffneten Auge so deutlich verräth, wie der typische dunkle Pechsteinporphyr von Castelruth oder Recoaro.

Herr Erlenmeyer sprach über:

„Das Wasser als Oxydations- und Reductionsmittel."

Im Jahre 1867 habe ich mitgetheilt, dass Gährungsmilchsäure durch Erhitzen mit Wasser bei Gegenwart von Schwefelsäure in Aethylaldehyd und Ameisensäure gespalten wird. Das Hydroxyl des Wassers wirkt hierbei oxydirend auf das Radical CH_3 — CH . OH und der Wasserstoff wirkt reducirend auf das Radical Carboxyl. Die gleiche oxydirende und reducirende Wirkung des Wassers habe ich bisher bei einer ganzen Anzahl von kohlenstoffreicheren sog. α Hydroxysäuren zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Da nun, wie ich mich überzeugt habe, auch die Glycolsäure, das der Milchsäure nächst niedere Glied in der Reihe der Hydroxyfettsäuren sich durch Wasser in analoger Weise wie die höheren Glieder spalten lässt, so wage ich den Schluss zu ziehen, dass auch das niederste Glied der Reihe, die Kohlensäure einer Spaltung fähig ist in die Wasserstoffverbindung des Carboxyls, die Ameisensäure und die Hydroxylverbindung des mit dem Carboxyl vereinigten Radicals. Dieses letztere ist in der Kohlensäure bekanntlich ebenfalls Hydroxyl; die Verbindung von Hydroxyl mit Hydroxyl ist aber nichts anderes als Wasserstoffhyperoxyd, das sich bekanntermassen ähnlich wie die Aldehydhydrate

sehr leicht unter Abspaltung von Wasser zersetzt. Das Anhydrid, welches hierbei entsteht, ist aber Sauerstoff.

Es dünkt mir sehr wahrscheinlich, dass die angedeutete Spaltung in Ameisensäure und Wasserstoffhyperoxyd, durch Wasser unter dem Einfluss des Chlorophylls und der Sonnenstrahlen bewirkt, die erste Veränderung ist, welche die Kohlensäure in den Pflanzen erleidet. Wenn man die leichte Zersetzbarkeit des Wasserstoffhyperoxyds in Sauerstoff und Wasser in Betracht zieht, so lässt sich das Auftreten des freien Sauerstoffs bei dem Lebensprocess der Pflanzen in der angegebenen Weise gewiss am einfachsten erklären. Es ist nicht undenkbar, dass auch die Ameisensäure durch Wasser unter den Bedingungen unter welchen sie in den Pflanzen steht noch weiter in Methylaldehyd und Wasserstoffhyperoxyd gespalten werden kann. Zum Schluss will ich noch daran erinnern, dass ich 1864 in Gemeinschaft mit F. Hoster die Gegenwart von Glycolsläure und Ameisensäure in unreifen Trauben nach gewiesen habe.

2. Oxydation der Hydroxyfettsäuren.

Markownikoff sowie Ley & Popoff haben die Regel aufgestellt, dass die α Hydroxysäuren durch Oxydation mit Chromsäuregemisch in eine um 1 Atom Kohlenstoff ärmere Fettsäure und Kohlensäure verwandelt werden.

Markownikoff dachte sich, dass das Oxydationsmittel die Hydroxysäure zunächst durch Entziehung der beiden Wasserstoffatome an dem Radical CHOH in eine Ketonsäure überführe und dass diese dann erst durch weitere Oxydation in Kohlensäure und die kohlenstoffärmere Fettsäure zerfalle z. B.

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array} + O = \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CO \\ | \\ COOH \end{array} + H_2O$$

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CO \\ | \\ COOH \end{array} + O = \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ COOH \end{array} + CO_2$$

Ley und Popoff sind der Ansicht, dass die Oxydation direct folgender Gleichung entsprechend verläuft:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array} + O_2 = \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ COOH \end{array} + CO_2 + H_2O$$

Ich hielt es für am Wahrscheinlichsten, dass die α Hydroxysäuren durch Wasser bei Gegenwart von Schwefelsäure in einen Aldehyd resp. ein Keton und in Ameisensäure gespalten werden und dass erst in zweiter Linie der Aldehyd resp. das Keton in gewöhnlicher Weise zu Fettsäure und die Ameisensäure zu Kohlensäure oxydirt werde.

Bei der Oxydation von α Hydroxycapronsäure und α Hydroxycaprylsäure sowie von Diäthylglycolsäure hat sich meine Ansicht bestätigt, wie an einem andern Ort ausführlicher mitgetheilt werden wird.

Die Oxydation von β Hydroxysäuren scheint nach den bisher angestellten Versuchen zum Theil in analoger Weise wie die bei den α Säuren zu verlaufen z. B.

$$\begin{array}{l} R \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH \end{array} + \begin{array}{l} HO \\ | \\ H \end{array} = \begin{array}{l} R \\ | \\ CHOH \\ | \\ OH \end{array} + \begin{array}{l} CH_3 : \\ | \\ COOH \end{array}$$

etc., zum Theil aber auch in folgender Weise:

1)

$$\begin{array}{l} R \\ | \\ CHOH - OH \\ | \qquad\quad | \\ CH_2 \qquad H \\ | \\ COOH \end{array} = \begin{array}{l} R \\ | \\ CH \\ \| \\ CH \\ | \\ COOH \end{array}$$

2)

$$\begin{array}{l} R \\ | \\ CH \\ \| \\ CH \\ | \\ COOH \end{array} + \begin{array}{c} O \\ \\ O \end{array} = \begin{array}{l} R \\ | \\ CH \\ \| \\ O \end{array} + \begin{array}{l} O \\ \| \\ CH \\ | \\ COOH \end{array}$$

In dritter Linie wird, wenn hinreichend Oxydationsmitte vorhanden ist in den beiden Spaltungsstücken das Aldehydradical CHO in Carboxyl verwandelt.

3. Halogensubstitutionsproducte der Fettsäuren

Da bei der Einwirkung von Halogenen auf die Paraffine, welche mehr als zwei Atome Kohlenstoff enthalten, nach den Untersuchungen von Schorlemmer gewöhnlich 2 isomere Monosubstitutionsproducte gebildet werden, hielt ich es für möglich, dass auch bei den entsprechenden Fettsäuren 2 isomere Monohalogensäuren entstehen könnten. Ich wurde in dieser Annahme bestärkt durch einige scheinbar widersprechende Erfahrungen, welche verschiedene Forscher bei Untersuchung der Monobrombuttersäure gemacht haben.

Nach den Versuchen, welche ich bis jetzt mit der Buttersäure und Capronsäure vorgenommen habe, scheinen in der That zwei Monobromsäuren zu entstehen, wenn die Einwirkung des Broms bei Temperaturen über 140° stattfindet.

Entgegen der Behauptung verschiedener Forscher, dass Brom auf Buttersäure und auf Capronsäure nicht bei 100°

ja selbst nicht bei 130° einwirke, habe ich gefunden, dass beide Säuren, wie dies für die Buttersäure auch schon Naumann angegeben hat, bei 100° (resp. 98,5°) vollständig in Bromsäuren verwandelt werden, wenn man hinreichend lang bei dieser Temperatur erhitzt und dass dann fast nur α Säure gebildet wird. Ich will bei dieser Gelegenheit noch bemerken, dass nach meinen Erfahrungen wie es scheint nur die β Halogenfettsäuren, nicht, oder weniger leicht die α Säuren durch weingeistiges Kali in Säuren der Acrylsäurereihe verwandelt werden.

4. Ueber die Oxydation der Fettsäuren.

Bei der Fortsetzung meiner Untersuchung über die Wirkung verschiedener Oxydationsmittel auf organische Verbindungen hat sich ergeben, dass die Gährungscapronsäure ähnlich wie durch Salpetersäure auch durch Chromsäuregemisch in Bernsteinsäure und Essigsäure, die Normalheptylsäure in Bernsteinsäure und Propionsäure (von welcher sich ein Theil in Essigsäure, Ameisensäure und Kohlensäure zersetzt) gespalten wird.

Ich bin mit der Oxydation der Caprylsäure, (durch Jodwasserstoff aus Hydroxycaprylsäure erhalten) und höherer Fettsäuren beschäftigt, um zu sehen, ob dieselben ebenfalls Bernsteinsäure und neben dieser die entsprechenden Fettsäuren liefern.

Herr Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski überreicht ein Exemplar der Abhandlung von Herrn Charles Grad, „Température des mers de France“, im Auftrage des Verfassers.

Vorschläge zu allgemein vergleichenden Beobachtungen über die Temperatur der Meere, welche Frankreich berühren, und Mittheilung in Extremen und Mitteln der Monate über die Wärme des mittelländischen Meeres an 3 Stationen der Küste von Algier, wo Herr Grad bereits Daten für 1872 sich hatte verschaffen können, bilden den Gegenstand seines Berichtes.

Er hatte darüber vorgetragen in der französischen Naturforscher-Versammlung zu Nantes, im August 1875.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. XIX. Jahrgang. Vereinsjahr 1874/75. 8.

Von der geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XVIII. 1875. 8.

Von der schweizerischen geologischen Commission in Bern:

a) Bericht der geologischen Commission nebst Blatt XXIV. der geol. Karte der Schweiz und einem Uebersichtsblatt. 1876.
b) Beiträge zu einer geologischen Karte der Schweiz. 1 Geolog. Karte. Bl. 9. 1875. Fol.

Von der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. Bd. IX. und X. 1876. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. V. 1876. 8.

Vom Verein für Naturkunde in Mannheim:

36.—40. Jahresbericht. 1870—76. 8.

Von der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

a) Abhandlungen der math.-phys. Classe. Bd. XI. 1875. 4.
b) Berichte über die Verhandlungen der mathem.-phys. Classe. 1874—75. 8.

Von der Lebensversicherungsbank für Deutschland in Gotha:

47. Rechenschaftsbericht f. d. J. 1875. 4.

Von der k. k. Sternwarte in Prag:

Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen. 36. Jahrg. Jahr 1875. 4.

Vom naturhistorischen Landes-Museum von Kärnten in Klagenfurt:

Jahrbuch. Heft XII. 1876. 8.

Von der schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

Verhandlungen. Jahrg. 1875. Luzern 1876. 8.

Vom physikalischen Verein zu Frankfurt a/M.:

Jahresbericht f. d. J. 1874/75. 8.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen 1875. 8.

Von der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1875/76. München 1876. 8.

Vom Verein nördlich der Elbe zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Kiel:

Mittheilungen. Heft 1. 4—7. 9. Neue Reihe: Schriften. Bd. I. 3. II. 1. 1857—75. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Karlsruhe:

Verhandlungen. Heft VII. 1876. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

61. Jahresbericht. 1875. 8.

Vom Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften Bd. 16. Jahrg. 1875/76. 8.
„ I—XII. XIV—XVI. 1862—1876. 8.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

a) Verhandlungen. Jahrg. 1875. Bd. XXV. 1876. 8.
b) Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft. 1876. 4.

Von der senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Abhandlungen. Bd. X. 1876. 4.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. Jahrg. XX. 1875. 8.

Von der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft i. J. 1874—75. 8.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. XVI. Jahrg. 1875 in 2 Abtheilungen. 1875—76. 4.

Von der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft in Leipzig:

Preisschriften. Nr. XIX. XX. 1876. 4.

Von der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

15. Bericht. 1876. 8.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 82. 1876. 4.

Von der Connecticut Academy of Arts and Sciences in New-Haven:

Transactions. Vol. III. Part. 1. 1876. 8.

Vom Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali. Vol. VII. 1875. 8.

Von der Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. XXXII. Part. 2. 1876. 8.

Vom Bureau de la recherche géologique de Suède in Stockholm:

a) Kartbladet No. 54 (Riseberga), 55 (Latorp) och 56 (Nora) mit 3 Heften erläuternden Textes 1876.
b) Geognostisk Beskrifning öfver Persbergets Grufvefält, af A. E. Törnebohm. 1875. 4.

c) Om Sveriges lagrade urberg jemförda med Sydvestra Europas, af D. Hummel. 1875. 8.
d) Om Malmlagrens aldersföljd af O. Gumaelius. 1876. 8.

Von der Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

a) Mémoires. Tom. IX Paris 1873. 8.
b) Extrait des procès-verbaux des séances. 1875/76. 8.

Von der Società adriatica di scienze naturali in Triest:

Bollettino. Annata II. No. 1. 1876. 8.

Von der Royal Society of Tasmania in Tasmania Hobarttown:

Monthly Notices of Papers and Proceedings for 1874. 1875. 8.

Vom Geological Museum in Calcutta:

a) Memoirs. Vol. I. Part. 2. 1858. Vol. VIII. Part. 1—4. 1875. 4.
b) Palaeontologia Indica. Ser. IX. 2. u. 3. The Cephalopoda by Will. Waagen. 1875. Fol.

Von der Akademie der Wissenschaften in Lissabon:

a) Memorias. Classe de sciencias mathematicas. Nova Serie. Tom. IV. Parte 1. 2. Tom. V. Parte 1. 2. 1867—75. 4.
b) Jornal de sciencias mathematicas, physicas e naturaes. Tom. I—IV. 1868—73. 8.
c) Technologia rural, por J. J. Ferreira Lapa. Parte I — III. 1871—74. 8.
d) Curso de meteorologia, por Adriano Augusto de Pina Vidal. 1869. 8.
e) Précis de thermométrie clinique por P. F. da Costa Alvarenga, trad. par L. Papillaud. 1871. 8.
f) Tratado elementar de optica por Adriano Augusto de Pina Vidal. 1874. 8.
g) Elementos de pharmacologia geral por Bernardino Antonio Gomes. 1873. 8.

Von der American Association for the advancement of science in Salem:

Memoirs. I. 1875. 4.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

Astronomical and meteorological Observations made during the year 1873. 1875. 4.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

Meteorologiska Jakttagelser i Sverige. Bd. XV. 1873. 4.

Von der Académie Royale de médecine in Brüssel:

a) Bulletin. Année 1876. 3. Série. Tom. X. No. 6. 1876. 8.
b) Mémoires couronnés. Collection in 8. Tome IV. 1876. 8.

Vom Reale Istituto Lombardo di scienze in Mailand:

Osservazioni meteorologiche eseguite nella R. specola di Brera. Anno 1873. 8.

Von der Società italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. XVIII. 1875. 8.

Vom Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès-verbaux des séances de 1875—76. 8.

Von der Boston Society of natural history in Boston:

a) Proceedings. Vol. XVIII. 1876. 8.
b) Occasional Papers II. The Spiders of the United States by N. M. Hentz.

Von der Société des sciences naturelles in Cherbourg:

Mémoires. Tom. 19. 1875. 8.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Juillet. Août 1876. 8.

Vom Institut national Genevois in Genf:

Bulletin. Tom. XXI. 1876. 8.

Von der Redaction des American Chemist in New-York:

The American Chemist. Vol. VII. 1876. 4.

Von der Redaction des American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science and Arts. III. Series. Vol XII. 1876. 8.

Von der American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XI. (New Series Vol. III.) 1876. 8.

Von der Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1875 in 3 Parts. 1875. 8.

Vom United States Engineer Office in Washington:

a) Report upon geographical and geological Exploration and Surveys West of the 100th Meridian. Part. IV. Vol. III. Geology. 1875. 4.
b) The geological Relations of the lignitic Groups, by J. J. Stevenson. New-York 1875. 8.

Vom Museu nacional in Rio de Janeiro:

Archivos do Museo nacional. 1876. 4.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Repertorium für Meteorologie. Bd. V. 1876. 4.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

Anuario hidrográfico de la marina de Chili. Año I. 1875. 4.

Vom Musée Teyler in Harlem:

Archives. Vol. IV. 1876. 4.

Von der Sternwarte in Leiden:

Annalen. Bd. IV. Haag. 1875. 4.

Von der kgl. Natuurkundigen Vereenigung in Nederlandsch-Indië in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 1834. 8.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises. Tom. XI. 1876. 8.

Von der Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1876. 8.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 418. 1876. gr. 8.

Von der Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. XIX (1858—59) — XXVI (1865/66). 8.

Von der Società Italiana delle scienze in Florenz:

Memorie. Serie III. Tomo II. 1869—76. 4.

Von der Linnean Society in London:

a) Proceedings of the Session 1874—75. 8.
b) Additions to the Library of the Linnean Society. 1875. 8.

Von der Sociedad geográfica in Madrid:

Boletín. Tomo I. 1876. 8.

Von der Sociedad de geografía y estadística in Mexico:

Boletín. Tercera Época Tomo III. 1876. 8.

Von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medicinische Jahrbücher. Jahrg. 1876. Heft IV. 1876. 8.

Vom naturhistorischen Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. Jahrg. 32 u. 33. 1875—76. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Magdeburg:

a) Abhandlungen. Heft 7. 1876. 8.
b) Sechster Jahresbericht; nebst den Sitzungsberichten aus dem Jahre 1875. 8.

Vom Verein für deutsche Nordpolarfahrt in Bremen:

Forschungsreise nach West-Sibirien 1876. VIII. 1876. 8.

Vom Royal College of Chemistry, South Kensington Museum in London:

Sixth Report of the Rivers Commission. 1874. Fol.

Von der Académie impériale des sciences in St. Petersburg:

Bericht der zur Begutachtung der Abhandlung des Herrn Wex über die Wasserabnahme in den Quellen und Strömen eingesetzten Commission. 1876. 8.

Von der finländischen Gesellschaft für Wissenschaften in Helsingfors:

a) Bidrag till kännedom of Finlands Natur och Folk. Vol. XXIV. 1874. 8.
b) Observations météorologiques. Année 1873. 4.

Vom Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni. No. XI. 1876. Fol.

Vom Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali. Vol. VIII. 1876. 8.

Vom Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

a) Notizen über die oktaëdrischen Krystalle des Eisenglanzes. 1876. 8.
b) Das Syenitgebirge von Ditro und das Trachytgebirge Hargitta im östlichen Siebenbürgen. 1876. 8.
c) Mineralogische Mittheilungen. Leipzig 1876. 8.

Vom Herrn A. Kölliker in Würzburg:

Ueber die Placenta der Gattung Tragulus 1876. 8.

Vom Herrn R. Fresenius in Wiesbaden:

a) Analyse der Eisen-Quellen in Bad Neudorf in Böhmen. 1876. 8.
b) Analyse der Mineral-Quelle bei Birresborn in der Eifel. 1876. 8.
c) Chemische Analyse der Mineral-Quelle bei Biskirchen im Lahnthale. 1876. 8.
d) Analyse der warmen Quelle zu Assmannshausen. 1876. 8.

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Bd. XIV. 1876. 8.

Vom Herrn Socrate Cadet in Rom:

Quade possa essere il farmaco meglio opportuno tanto a prevenire quanto a combattere i morbi pestilenziali. 1874. 8.

Vom Herrn Giovanni Omboni in Padua:

L'Esposizione di oggetti preistorici. Venedig 1876. 8.

Vom Herrn P. Trémaux in Paris:

Principe universel du mouvement et des actions de la matière. 3e éd. 1876. 8.

Vom Herrn Charles Pickering in Salem:

The geographical Distribution of Animals and Plants. II. 1876. 4.

Vom Herrn William B. Taylor in New-Haven:

A Notite of recent researches in sound. 1876. 8.

Vom Herrn Wilhelm von Dokoupil in Bistritz:

Die Bauhölzer. Ein Beitrag zur Kenntniss der Baumaterialien. 1876. 8.

Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. Stuttgart. 1876. 8.

Vom Herrn Agostino Todaro in Palermo:

Fourcroya elegans Tod. 1876. 4.

Vom Herrn Alpheus Hyatt in Boston:

Revision of the North American Poriferae. 1875. 4.

Vom Herrn P. Riccardi in Modena:

Biblioteca matematica Italiana. Fascicolo 4. (Vol. II.) 1876. 4.

Vom Herrn J. A. C. Oudemans in Utrecht:

Die Triangulation von Java. Batavia 1875. Fol.

Vom Herrn J. Glaisher in Cambridge:

On a Class of Identical Relations in the Theory of Elliptic Functions, by J. W. L. Glaisher London 1876. 4.

Vom Herrn H. Carrington Bolton in New-York:

Index to the Literature of Manganese 1596—1874. Salem 1876. 8.

Vom Herrn T. Nelson Dale in Paterson:

A Study of the Rhaetic Strata of the Val di Ledro in the Southern Tyrol. 1876. 8.

Vom Herrn L. Gaussin in Paris:

Définition du calcul quotientiel. 1876. 4.

Vom Herrn R. Clausius in Bonn:

a) Ueber die Ableitung eines neuen electrodynamischen Grundgesetzes. Berlin 1876. 4.
b) Ueber die Behandlung der zwischen Linnearen Strömen und Leitern stattfindenden ponderomotorischen und electromotorischen Kräfte nach dem electrodynamischen Grundgesetze. 1876. 8.

Vom Herrn Ludwig Martini in Augsburg:

Die Anschwellungen und Verhärtungen der Gebärmutter sind nicht unheilbar. 1876. 8.

Vom Herrn G. V. Schiaparelli in Mailand:

Di alcune questioni concernenti il movimento degli occhi. 1876. 8.

Vom Herrn Donato Tommasi in Paris:

Les Bateaux Hemi-Plongeurs. 1876. 8.

Vom Herrn Curico Morselli in Modena:

Il suicidio nel delinquenti studio statistico e medico legale. 1876. 8.

Vom Herrn E. Plantamour in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1874. 1875. pour Genève et le Grand Saint-Bernard. 1874. 1875. 8.

Sach-Register.

Namen-Register.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band VII. Jahrgang 1877.



München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1877.

In Commission bei G. Franz.



Uebersicht

des Inhalts der Sitzungsberichte Band VII
Jahrgang 1877.

Oeffentliche Sitzung zur Feier des 118. Stiftungstages der k. Akademie am 28. März 1877.

Sitzung vom 3. März.

Sitzung vom 10. März.

Sitzung vom 5. Mai.

Sitzung vom 2. Juni.

Sitzung vom 7. Juli.

Sitzung vom 3. November.

Sitzung vom 1. December.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 3. März 1877.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Prof. v. Jolly legt vor und bespricht die Abhandlung:

„Ueber die elektrische Influenz auf nichtleitende feste Körper von A. Wüllner, corresp. Mitgliede".

1.

Vor einiger Zeit hatte ich die Ehre der Akademie einige Versuche mitzutheilen [1]), aus denen sich ergab, dass die flüssigen Nichtleiter in ähnlicher Weise elektrisch influenzirt werden, wie die flüssigen Leiter; dass in Bezug auf die elektrische Influenz die Nichtleiter von den Leitern sich nur in soweit unterscheiden, dass während bei den letztern die Influenz momentan in ihrer ganzen Stärke auftritt, bei den erstern dieselbe eine längere Zeit braucht um denselben Werth zu erreichen. Es ergab sich das daraus,

1) Sitzungsberichte der k. b. Akademie zu München (math.-phys. Classe) Bd. V. p. 147 (Juni 1875).

dass das Potential in einer elektrisirten, mit dem Sinuselektrometer verbundenen Metallplatte, welche über einer flüssigen Platte von immer derselben Form in immer gleicher Entfernung schwebte, immer in demselben Verhältnisse vermindert wurde, sowohl, wenn die Flüssigkeit leitend als auch wenn sie nichtleitend war. Es wurde nämlich das Potential der frei schwebenden Platte am Sinuselektrometer beobachtet, V_1; es wurde dann diese Platte bis zu einem bestimmten bei allen Versuchen constanten Abstande über der Flüssigkeit herabgelassen und das Potential der Platte in dieser Lage am Sinuselektrometer beobachtet gleich V. Bezeichnet man nun das Potential der in der Flüssigkeit influenzirten Elektricität auf die elektrisirte Platte resp. auf das immer gleiche elektrische System, von welchem die Platte ein Theil ist, mit V_2, so ist

$$V = V_1 + V_2$$

Da nun immer

$$V_2 = a V_1$$

gesetzt werden kann, wenn a die von der Platte ausgeübte Influenz bedeutet, für den Fall, dass bei den gegebenen Umständen die influenzirende Platte das Potential Eins besitzt, so ist

$$V = V_1 (1 + a)$$

$$\frac{V}{V_1} = 1 + a$$

Dieser Quotient $1 + a$ wurde nun immer derselbe, einerlei ob die Platte aus einer leitenden oder nichtleitenden Flüssigkeit bestand, ein Beweis, dass bei hinreichender Dauer die nichtleitenden Flüssigkeiten durch Influenz bis zu demselben Grade elektrisirt werden wie die leitenden.

Im Anschlusse an diese Beobachtungen erlaubte ich mir gleichzeitig einige vorläufige Versuche über die Influenz auf feste Isolatoren mitzutheilen, welche den Beweis zu liefern schienen, dass auch dort die Elektrisirung bei

dauernder Influenz stetig zunimmt, aber nicht bis zu jenem Werthe, welche sie in den Leitern erreicht. Ich habe diese Versuche seitdem weiter verfolgt und die mit der Zeit wachsende Influenz bei einer Anzahl von festen Isolatoren, so genau es eben geht, messend verfolgt. Die Frage gerade nach dieser mit der Zeit wachsenden Influenzirung schien mir, ausser dem Interesse, das sie an sich bietet, auch für unsere theoretischen Anschauungen nicht ganz ohne Bedeutung zu sein. Bei den meisten theoretischen Entwickelungen von Fragen, bei denen die Isolatoren eine Rolle spielen, und in den neueren elektrischen Untersuchungen wird die Rolle der Isolatoren eine immer wichtigere, betrachtet man die Isolatoren als Dielektrica im Sinne der ursprünglich von Faraday ausgesprochenen Anschauung. Man setzt voraus, dass jeder Isolator ein bestimmtes Inductionsvermögen habe, und führt den Einfluss desselben in die Rechnung durch die sogenannte Dielektricitätsconstante ein, welche das Mass der dielektrischen Polarisation ist. Die Grösse der letzteren ist davon abhängig ein wie grosser Theil der in der Volumeinheit des Isolators vorhandenen Moleküle vollkommen leitend sind.

Die sich in der Rückstandsbildung zeigende Zunahme der Influenz mit wachsender Dauer der Einwirkung sieht diese Auffassung als einen Vorgang ganz anderer Ordnung an, man betrachtet ihn als dielektrische Nachwirkung oder als eine mit der Zeit wachsende Influenz in den die leitenden Moleküle trennenden nicht vollkommen isolirenden Molekülen. Ein Zusammenhang zwischen den beiden Erscheinungen ist nur in soweit vorhanden, dass je vollkommener das Dielektricum, je grösser die Dielektricitätsconstante ist, um so geringer die dielektrische Nachwirkung sein muss.

Sollte sich nun aber herausstellen, dass bei allen Isolatoren die Influenz mit der Zeit ziemlich gleichmässig

wächst, aber um so schneller, je grösser auch die momentane Influenz ist, so würde die andere Auffassung der Isolatoren, dass sie von den Leitern sich nicht qualitativ unterscheiden, dass sie nur schlechte Leiter sind, als die richtigere erscheinen.

Ich habe desshalb eine Anzahl von Isolatoren, deren Dielektricitätsconstanten nach den vorliegenden Untersuchungen ziemlich verschieden sind, nach dieser Richtung hin der Messung unterzogen.

Methoden der Messung.

2.

Die einfachste und direkteste Methode, nach welcher die Influenz in einem sogenannten Isolator bestimmen kann, ist die, dass man das Potential der im Isolator influenzirten Elektricität auf eine leitende Platte bestimmt, und zwar auf jene, welche selbst die Influenzwirkung im Isolator hervorruft. Ist V das Potential der Elektricität in der Collectorplatte eines plattenförmigen Ansammlungsapparates, wenn der Zwischenraum zwischen den Platten mit Luft gefüllt ist, und wird V_1 das Potential, wenn die Luft durch einen andern Isolator ersetzt wird, so folgt lediglich aus der Annahme, dass die Influenz im Isolator dem Potential der influenzirenden Elektricität proportional ist

$$V_1 = V(1 - \alpha).$$

Es ist $-\alpha V$ das Potential der im Isolator influenzirten Elektricität auf die leitende Platte. Die Grösse α ist somit das Mass der Influenz im Isolator, es ist das Potential der im Isolator influencirten Elektricität auf die influenzirende Platte, wenn dieselbe bis zum Potentialwerth Eins geladen ist. Ist der Zwischenraum zwischen den leitenden Platten nicht ganz mit dem betreffenden Isolator ausgefüllt, so geht das Potential V_1 über in V_2, so dass

$$V_2 = V(1 - a)$$

worin $a < \alpha$. Ist der Abstand der leitenden Platten von den Flächen des Isolators nicht zu gross, nicht grösser als dass für diesen Abstand noch die Theorie des plattenförmigen Ansammlungsapparates in der einfachen Form angewandt werden kann, dass man also die Abstände der Flächen als hinreichend klein gegen den Durchmesser der Platten ansehen darf, so kann man setzen

$$a = \alpha \frac{\delta_1}{\delta}$$

wenn δ der Abstand der leitenden Platten und δ_1 die Dicke des Isolators ist. Dieser Gleichung liegt nur die Annahme zu Grunde, dass die im Isolator durch Influenz geschiedenen Elektricitäten sich auf den beiden den leitenden Flächen parallelen Grenzflächen des Isolators befinden. Aber selbst, wenn man diese Annahme nicht ohne weiters zugeben will, bleibt obige Gleichung bestehen, wenn man a als das Mass des elektrischen Zustandes der Grenzflächen des Isolators definirt, welcher nach aussen, resp. auf die influenzirende Platte genau so wirkt, wie die im Isolator durch Vertheilung wirklich geschiedene Elektricität. Man wird daher stets, wenn $\delta - \delta_1$ nur hinreichend klein ist, aus einem beobachteten Werthe a den Werth von α aus der Gleichung

$$\alpha = a \frac{\delta}{\delta_1}$$

berechnen können. Es genügt somit die Grösse a bei verschiedener Dauer der Influenz zu beobachten.

Die hierdurch gegebene Methode zur Bestimmung der Influenz in Nichtleitern habe ich in zwei verschiedenen Formen angewandt. Die eine derselben stimmt im wesentlichen überein mit derjenigen, nach welcher ich die Influenz in Flüssigkeiten gemessen habe. Das Potential einer elektrisirten, als Collectorplatte dienenden, mit dem Sinuselektrometer verbundenen Platte wurde gemessen, wenn

zwischen den Platten des Ansammlungsapparates Luft war, und wenn die Luft zum Theil durch eine isolirende Platte ersetzt war. Die Condensatorplatte des Ansammlungsapparates lag auf dem Glasring des in meiner Mittheilung über die Influenz auf Flüssigkeiten erwähnten ganz aus Glas hergestellten Gefässes. Mit Hilfe von Stellschrauben, die in der Bodenplatte des Gefässes angebracht waren, konnte diese, durch einen Draht mit den Gasleitungen des Laboratoriums leitend verbundene Platte genau horizontal gestellt werden. Auf diese Platte wurden die verschiedenen isolirenden Platten gelegt, welche möglichst genau planparallel hergestellt waren, so dass also auch die obere Fläche des Isolators möglichst genau horizontal war. Ueber der Condensatorplatte resp. der isolirenden Platte schwebte, an dem ebenfalls in der erwähnten Mittheilung beschriebenen Gelagen befestigt, die Collectorplatte, welche durch einen äusserst feinen, etwa 0,05 Mm. dicken Golddraht mit dem Sinuselektrometer verbunden war. Die Platte konnte an dem Galgen auf und niedergelassen werden; in ihrer höchsten Stellung war sie von der abgeleiteten Platte resp. der obern Fläche des Isolators etwa 12 Centim. entfernt. Ihre tiefste Lage war durch eine feine an dem Galgen befestigte Schraube, in welche die Tragschnüre eingehakt wurden, verstellbar, und sie konnte so in einem genau bestimmbaren Abstande über der Condensatorplatte oder der obern Fläche der isolirenden Platte festgestellt werden. Dieser Abstand wurde gemessen durch ein Glasgitter, welches in dem Oculare eines Mikroskopes angebracht war; das Mikroscop war so eingestellt, dass der Abstand der Theilstriche des Gitters 0,059 Mm. bedeutete. Um sich zu überzeugen, dass die obere Platte der untern resp. der obern Fläche der isolirenden Platte parallel war, wurden die entsprechenden Abstände in zwei zu einander senkrechten Richtungen gemessen. Damit diese Messungen gemacht werden konnten,

war bei den meisten Versuchen der Durchmesser der isolirenden Platten genau gleich demjenigen der leitenden Platten gemacht, nämlich 11,5 Centim.

Es wurde nun die obere in ihrer höchsten Lage schwebende Platte mit Elektricität geladen und das Potential einige Zeit am Elektrometer verfolgt, um so den Elektricitätsverlust kennen zu lernen und das Potential im Momente des Herablassens über den Isolator bestimmen zu können. Nach dem Herablassen der Platte wurde dann so rasch wie möglich, meistens schon nach 20 Secunden wieder das Potential am Sinuselektrometer beobachtet, und dann der Gang desselben in bestimmten Intervallen beobachtet. Nach hinreichender Zeit wurde dann die Platte wieder emporgezogen und das Potential der freischwebenden Platte gemessen. Diese letzte Beobachtung hatte hauptsächlich den Zweck den Elektricitätsverlust während der Dauer des Versuches in Rechnung zu ziehen, wie ich das in meiner Mittheilung über den elektrischen Rückstand auseinandergesetzt habe [2]). Indem man die allerdings nur annähernd richtige Voraussetzung macht, dass der Verlust in gleichen Zeiten dem in der betreffenden Zeit vorhandenen Potential proportional ist, lässt sich aus der unmittelbar vor dem Niederlassen der Platte und nach dem Aufziehen derselben gemachten Beobachtung das Potential der Platte für jeden zwischen diesen Beobachtungen liegenden Zeitpunkt berechnen.

Die Beobachtung wurde dann damit geschlossen, dass nach Fortnahme der isolirenden Platte die elektrische Platte wieder in die frühere Lage herabgelassen und so das Potential derselben gemessen wurde, wenn zwischen den beiden Platten des Condensators Luft vorhanden war.

---

2) Poggend. Ann. Bd. CLIII. p. 22.

3.

Die so gemessenen Potentiale, wenn zwischen den Platten des Condensators der Isolator eingeschoben, und wenn der Raum zwischen denselben mit Luft gefüllt ist, lassen nicht unmittelbar die Grösse a wie sie oben definirt ist, ableiten. Es würde das nur dann der Fall sein, wenn die im Elektrometer, welches mit der Platte leitend verbunden ist, vorhandene Elektricitätsmenge gegen die in der Platte vorhandene verschwindend klein wäre. Ist das nicht der Fall, so fliesst aus dem Elektrometer Elektricität in die Platte hinüber, sobald in der Collectorplatte das Potential vermindert wird und um so mehr, je mehr das Potential vermindert wird, da in leitend verbundenen Körpern das Potential überall denselben Werth haben muss. Da nun der Einfluss des Isolators auf die Collectorplatte eine Verminderung des Potentials in derselben bewirkt, so fliesst aus dem Elektrometer eine grössere Menge von Elektricität in dieselbe, wenn sich der Isolator zwischen den Platten befindet, als wenn der Zwischenraum mit Luft gefüllt ist. Es entspricht also das bei Zwischenlegung des Isolators gemessene Potential der Collectivplatte einer grössern in derselben vorhandenen Elektricitätsmenge als jenes welches gemessen wird, wenn der Zwischenraum gefüllt ist.

Es hat indess keine Schwierigkeit auf Grund bekannter Sätze die Grösse a aus diesen Beobachtungen abzuleiten, wenn man weiss, wie sich bei freischwebender Collectorplatte eine elektrische Ladung zwischen dieser und dem Elektrometer theilt, welches also das Verhältniss zwischen den Capacitäten der Platte und des Elektrometers ist, wenn man in bekannter Weise als Capacität eines elektrischen Systems jene Elektricitätsmenge bezeichnet, welche dasselbe enthält, wenn es bis zum Potentialwerthe Eins geladen ist.

4.

Das Verhältniss zwischen den Capacitäten der Collectorplatte und des Elektrometers erhält man direkt, wenn man zunächst das Elektrometer isolirt ladet, das Potential der Ladung beobachtet, dann dasselbe durch einen feinen Draht mit der Collectorplatte in Verbindung setzt und wieder das Potential misst, nachdem die dem Elektrometer ertheilte Ladung sich zwischen diesem und der Platte getheilt hat. Bezeichnet man die Capacität des Elektrometers mit E, so ist die einem beobachteten Potential V entsprechende in demselben enthaltene Elektricitätsnenge Q

$$Q = E \,.\, V.$$

Verbindet man dann das Elektrometer durch einen feinen Draht mit der Platte, so theilt sich die Elektricität zwischen Platte und Elektrometer, vorausgesetzt, dass wir einen Draht von solcher Feinheit wählen, dass wir die auf diesen übergehende Elektricität als verschwindend klein ansehen können. Beobachtet man dann im Elektrometer des Potential V_1, so wird, wenn man die Capacität der Platte mit P bezeichnet,

$$Q = (E + P) V_1$$

somit

$$\frac{P}{E} = \frac{V}{V_1} - 1.$$

Zur Bestimmung dieses Verhältnisses wurde in der angegebenen Weise verfahren. Der äusserst feine Verbindungsdraht zwischen Elektrometer und Collectorplatte wurde an ein feines Schellakstiftchen gekittet und vom Elektrometer losgenommen und dann das Elektrometer geladen. Nachdem der Rand der Nadel im Sinuselektrometer beobachtet war, wurde dann der Verbindungsdraht in das Elektrometer eingehängt, und wieder der Stand der Nadel beobachtet. Dass durch das Schellackstäbchen keine Ableitung der Elektricität eintrat, davon überzeugte man sich dadurch, dass

Das Verhältniss zwischen dem Potential der herabgelassenen und der frei schwebenden Platte ergaben zwei Versuche

$$\frac{V_1}{V'} = 0{,}7644\ ;\ 0{,}7613$$

Mittel 0,7628

und daraus

$$1 + \frac{P}{E} = 1{,}518$$

Als Mittel aus diesen und andern Versuchen ergab sich schliesslich

$$1 + \frac{P}{E} = 1{,}513$$

5.

Wie man nun mit Hülfe des so bestimmten Werthes von $\frac{P}{E}$ aus den oben angegebenen Versuchen den Werth von a ableiten kann, ergibt sich unmittelbar. Die Beobachtungen ergeben erstens das Verhältniss zwischen den Werthen des Potentials, wenn die Collectorplatte in einem bestimmten Abstande über der Condensatorplatte schwebt, während der Zwischenraum mit Luft gefüllt ist, V_1, und wenn die Platte frei schwebt, V'. Daraus erhält man wie oben

$$\frac{E + P_1}{E + P} = \frac{V'}{V_1} = A$$

also für die Capacität P_1

$$\frac{P'}{E} = A\,(1 + \frac{P}{E}) - 1$$

Die Beobachtungen ergeben zweitens das Verhältniss zwischen dem Potential V_2 der Platte, wenn sie in der-

selben Entfernung über der Collectorplatte schwebt, aber der Isolator dazwischen geschoben ist, und dann der frei schwebenden Platte V'. Nennen wir die Capacität der über dem Isolator schwebennen Platte P_2, so erhalten wir

$$\frac{E + P_2}{E + P} = \frac{V'}{V_2} = B$$

$$\frac{P_2}{E} = B\left(1 + \frac{P}{E}\right) - 1$$

Da nun die Zwischenlagerung des Isolators das Potential der von der Verbindung mit dem Elektrometer losgelösten Collectorplatte, auf welche sich die Capacitäten P beziehen, bei gleichen in derselben vorhandenen Elektricitätsmenge nach der Bemerkung des § 2 von 1 auf 1 — a vermindert, so folgt, dass zur Herstellung des gleichen Potentials bei zwischen gelegtem Isolator die der Collectorplatte zu gebende Elektricitätsmenge im Verhältniss von 1 : 1 — a vergrössert werden muss, oder mit andern Worten, die Capacität der Platte P_2 ist gegeben durch

$$P_2 = \frac{P_1}{1 - a}.$$

Durch diese Bestimmung von P_2 ergibt sich dann

$$\frac{1}{1 - a} = \frac{B\left(1 + \frac{P}{E}\right) - 1}{A\left(1 + \frac{P}{E}\right) - 1}$$

Setzen wir nun

$$\frac{1}{1 + \frac{P}{E}} = D$$

so ergibt sich

$$1 - a = \frac{A - D}{B - D}$$

Das Verhältniss zwischen dem Potential der herabgelassenen und der frei schwebenden Platte ergaben zwei Versuche

$$\frac{V_1}{V'} = 0{,}7644 \ ; \ 0{,}7613$$

Mittel 0,7628

und daraus

$$1 + \frac{P}{E} = 1{,}518$$

Als Mittel aus diesen und andern Versuchen ergab sich schliesslich

$$1 + \frac{P}{E} = 1{,}513$$

5.

Wie man nun mit Hülfe des so bestimmten Werthes von $\frac{P}{E}$ aus den oben angegebenen Versuchen den Werth von a ableiten kann, ergibt sich unmittelbar. Die Beobachtungen ergeben erstens das Verhältniss zwischen den Werthen des Potentials, wenn die Collectorplatte in einem bestimmten Abstande über der Condensatorplatte schwebt, während der Zwischenraum mit Luft gefüllt ist, V_1, und wenn die Platte frei schwebt, V'. Daraus erhält man wie oben

$$\frac{E + P_1}{E + P} = \frac{V'}{V_1} = A$$

also für die Capacität P_1

$$\frac{P'}{E} = A\left(1 + \frac{P}{E}\right) - 1$$

Die Beobachtungen ergeben zweitens das Verhältniss zwischen dem Potential V_2 der Platte, wenn sie in der-

selben Entfernung über der Collectorplatte schwebt, aber der Isolator dazwischen geschoben ist, und dann der frei schwebenden Platte V'. Nennen wir die Capacität der über dem Isolator schwebennen Platte P_2, so erhalten wir

$$\frac{E + P_2}{E + P} = \frac{V'}{V_2} = B$$

$$\frac{P_2}{E} = B\left(1 + \frac{P}{E}\right) - 1$$

Da nun die Zwischenlagerung des Isolators das Potential der von der Verbindung mit dem Elektrometer losgelösten Collectorplatte, auf welche sich die Capacitäten P beziehen, bei gleichen in derselben vorhandenen Elektricitätsmenge nach der Bemerkung des § 2 von 1 auf $1 - a$ vermindert, so folgt, dass zur Herstellung des gleichen Potentials bei zwischen gelegtem Isolator die der Collectorplatte zu gebende Elektricitätsmenge im Verhältniss von $1 : 1 - a$ vergrössert werden muss, oder mit andern Worten, die Capacität der Platte P_2 ist gegeben durch

$$P_2 = \frac{P_1}{1 - a}.$$

Durch diese Bestimmung von P_2 ergibt sich dann

$$\frac{1}{1 - a} = \frac{B\left(1 + \frac{P}{E}\right) - 1}{A\left(1 + \frac{P}{E}\right) - 1}$$

Setzen wir nun

$$\frac{1}{1 + \frac{P}{E}} = D$$

so ergibt sich

$$1 - a = \frac{A - D}{B - D}$$

und schliesslich

$$a = \frac{B - A}{B - D}$$

oder nach der oben gemachten Bestimmung von D für die vorliegenden Versuche

$$a = \frac{B - A}{B - 0{,}6605}$$

6.

Die in den vorigen §§ beschriebene Methode misst die Aenderung, welche das Potential einer über dem Isolator schwebenden leitenden Platte bei nahezu gleicher Elektricitätsmenge mit wachsender Zeit erfährt, indem man die der verschiedenen Dauer der Einwirkung entsprechenden Werthe von B misst. Die Methode hat in ihrer experimentellen Durchführung zwei Uebelstände, welche den für die Influenzirung des Isolators gefundenen Werthen einigen Eintrag thut. Da mir zur Messung des zeitlichen Verlaufs der Potentiale kein anderer Messapparat als das Sinuselektrometer zu Gebote stand, und da die Art der Versuche bei jeder Reihe die Verwendung nur einer Nadel gestattete, so musste der Collectorplatte bei dem Beginne der Versuche eine ziemlich starke Ladung gegeben werden, weil sonst nach herabgelassener Platte die Ablenkungen der Nadel zu klein, somit die Beobachtungen zu unsicher geworden wären. Dabei zeigte sich dann, dass in der Regel etwas Elektricität auf die Glasstäbchen überging, an denen die Collectorplatte schwebt. Diese Elektricität kehrte dann auf die Collectorplatte zurück, wenn dieselbe herabgelassen und durch die Condensatorplatte und die Wirkung des Isolators das Potential in der Platte vermindert wurde. Dieses Zurückfliessen von Elektricität gab sich, besonders dann, wenn bei

dem Herablassen eine starke Verminderung des Potentials eintrat, dadurch zu erkennen, dass trotz der mit der Zeit wachsenden Influenz im Isolator das Potential auf der Collectorplatte in den ersten Minuten nur wenig oder gar nicht abnahm, zuweilen sogar nach der ersten, 20 bis 30 Secunden nach dem Niederlassen erfolgten Beobachtung in geringem Grade wieder zunahm. Es folgt daraus, dass in den ersten Minuten das Potential der herabgelassenen Platte gegenüber dem vorher an der freischwebenden Platte beobachteten resp. mit Berücksichtigung des Elektricitätsverlustes aus demselben berechneten etwas zu gross ist. Damit wird der Werth von B und mit diesem, weil A stets grösser als D ist, der berechnete Werth von a etwas zu klein.

Der zweite Umstand, der den Gang der Influenz im Isolator etwas unsicher macht, ist die Bestimmung des Elektricitätsverlustes von der Collectorplatte während der Dauer des Versuches. Wie vorhin erwähnt wurde, wird dazu die Ladung der Platte beim Beginn und am Schlusse des Versuches beobachtet. Letztere Beobachtung gibt gegenüber der erstern den ganzen während der Dauer des Versuches stattfindenden Verlust an. Um nun die Ladung der Platte für die zwischenliegenden Zeiten zu berechnen, wurde die Annahme gemacht, dass der Verlust in gleichen Zeiten immer der gleiche Bruchtheil der im Beginne der Zeiten vorhandenen Ladung sei, dass also, wenn man den Verlust als Folge der Zerstreuung ansehen würde, der Zerstreuungscoefficient während der Versuchsdauer constant sei. Diese Annahme kann nur angenähert richtig sein, da der Verlust keineswegs mit einer solchen Regelmässigkeit erfolgt, eben deshalb können die beobachteten Werthe den Gang der Influenz im Isolator nur im grossen und ganzen darlegen.

Schliesslich kann man nach dieser Methode eben wegen des Elektricitätsverlustes die Influenz nicht beliebig lange verfolgen, da die zu messenden Winkel schliesslich zu klein

und damit bei der mit dem Sinuselektrometer zu erreichenden Genauigkeit, die Messungen zu ungenau werden.

7.

Den ersten und letzten Uebelstand habe ich dadurch zu heben versucht, dass ich noch eine zweite Methode zur Messung der Grösse a angewandt habe, bei welcher die Platte stets bis zu demselben Potential geladen wurde, wenn sie über der Condensatorplatte schwebte, sei es mit, sei es ohne Zwischenschaltung des Isolators.

Als Elektricitätsquelle wurde zu dem Zwecke eine Batterie von 12 Meidinger'schen Elementen angewandt, deren einer Pol zur Erde abgeleitet war, und dann die Elektricitätsmenge gemessen, welche die Collectorplatte aufnahm, einmal wenn zwischen ihr und der Condensatorplatte sich Luft befand, dann wenn zwischen beiden Platten der Isolator lag.

Als Messapparat wurde ein Kohlrausch'sches Torsionselektrometer von grosser Empfindlichkeit angewandt, und die Ladung stets so gemessen, dass man durch Torsion des Glasfadens der Nadel des Elektrometers die Ablenkung von 10° ertheilte. Ich zog diese Beobachtungsweise der Benutzung einer für das Elektrometer entworfenen Tabelle vor, welche aus den Beobachtungen der durch die Ladungen bewirkten Ablenkungen der Nadel, wenn man den Faden in der Torsionslage Null stehen lässt, die Ladungen bestimmt, weil diese direkte Beobachtung besonders bei grössern Ladungen jedenfalls genauer ist. Zur Durchführung der Versuche waren auf einem Fussbrette von trocknem Holze vier Schellacksäulchen jedes etwa 6 Centim. hoch an den vier Ecken eines Quadrates aufgestellt. Die Säulchen trugen eiserne Näpfchen, welche zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt waren. In das Quecksilber tauchten gut amalgamirte Kupferdrähte, welche die Quecksilbernäpfchen mit den ein-

zelnen Theilen der Apparate in Verbindung setzten. So stand das eine der Näpfchen durch einen Draht in Verbindung mit dem einen Pole der Batterie; der Draht war ausser in dem Näpfchen und an dem Batteriepole noch an einem Punkte durch ein Schellackstäbchen gestützt, sonst berührte er nirgend einen andern Körper, er war also gut isolirt. Das diesem Näpfchen diagonal gegenüberstehende war in ganz gleicher Weise ein für allemal fest mit dem Zuleitungsdrahte des Elektrometers verbunden. In das dritte Näpfchen war ein ziemlich dicker Kupferhaken eingesetzt und an diesen war der zur Collectorplatte führende im übrigen frei in der Luft schwebende feine Golddraht angelöthet. Von dem vierten Näpfchen war ebenso wie von dem zweiten Pole der Batterie ein Draht zu den Gasleitungen des Laboratoriums geführt. Die Verbindung zwischen den Näpfchen wurde durch Kupferhaken vermittelt, welche an Schellackstäbchen befestigt waren, und welche theils die Länge der Quadratseiten theils die Länge der Diagonalen hatten. Bezeichnen wir die Näpfchen mit 1, 2, 3, 4, so dass 1 mit der Batterie, 2 mit der Collectorplatte, 3 mit dem Elektrometer, 4 mit der Erde in leitender Verbindung steht.

Die Näpfchen 2 und 3 waren bei den Versuchen, welche zur Messung der Grösse a dienten, stets durch einen und denselben Kupferhaken verbunden; dieselben hätten soweit durch ein Näpfchen ersetzt werden können, welches einerseits mit dem Elektrometer andrerseits mit der Collectorplatte verbunden gewesen wäre; die Anwendung zweier Näpfchen war indessen zur Bestimmung des Verhältnisses zwischen den Capacitäten der Collectorplatte und des Elektrometers bequemer.

Zur Bestimmung der Influenz in dem Isolator wurde nun zunächst die Collectorplatte bis zu einer gewissen genau bestimmten Entfernung von der abgeleiteten Condensatorplatte herabgelassen und dann durch einen Kupfer-

haken das Näpfchen 1 mit 3 verbunden. Dadurch wurde das Elektrometer sowohl als die Collectorplatte bis zu dem Potentialwerthe des Batteriepoles geladen. Es wurde die Ladung resp. das Potential derselben im Elektrometer gemessen, dabei aber während der Messung die Verbindung der Collectorplatte mit dem Batteriepole fortdauern gelassen, damit nicht durch etwaigen Elektricitätsverlust während der Zeit, welche die Messung in Anspruch nahm, die Ladung der Platte kleiner wurde. Die Messung wurde, wie oben erwähnt, so ausgeführt, dass der Glasfaden des Elektrometers so weit tordirt wurde, bis die Nadel mit dem Bügel einen Winkel von 10° bildete.

Nach der Messung wurde der Bügel des Elektrometers wieder mit der Nadel zur Berührung gebracht, dann die Verbindung der Collectorplatte mit der Batterie aufgehoben, die Collectorplatte aufgezogen und nun im Elektrometer das Potential der frei schwebenden Platte gemessen.

Um sich zu überzeugen, dass die Ladung der Collectorplatte, wenn zwischen ihr und der Condensatorplatte nur Luft war, durch eine länger dauernde Verbindung mit dem Batteriepole nicht grösser wurde, liess man dann die leitende Verbindung zwischen Collectorplatte und Batteriepol nur 1 Secunde dauern, und mass sofort nach dem Emporziehen das Potential der frei schwebenden Platte. Es liess sich bei allen in der Weise durchgeführten Versuchen niemals eine Zunahme der Ladung der Platte durch länger dauernde Verbindung erkennen. Es wurde dann, nachdem sämmtliche Apparate entladen waren, die isolirende Platte zwischen die Condensatorplatte und die Collectorplatte gelegt, während der Abstand der beiden Platten genau der frühere war. Dann wurde die Collectorplatte und das Elektrometer eine genau bestimmte Zeit mit dem Batteriepole in Verbindung gebracht, nach Unterbrechung der Ver-

bindung die Collectorplatte aufgezogen, und sofort die von ihr aufgenommene Ladung im Elektrometer gemessen.

Die beiden Versuche geben in genau derselben Weise wie die nach der ersten Methode berechnet, vorausgesetzt, dass man das Verhältniss zwischen den Capacitäten der frei schwebenden Platte und des Elektrometers mit den zu demselben führenden Leitungen kennt, die Influenz des Isolators resp. die Grösse a, welche der Dauer der Verbindung zwischen Collectorplatte und Batteriepol entspricht. Denn nennen wir das Potential des Batteriepols V, das der aufgezogenen Platte, nachdem sie ohne Zwischenschaltung des Isolators geladen war, V_1, das nach Zwischenschaltung des Isolators V_2, behalten im übrigen ganz die vorher gewählte Bezeichnung bei, nur das jetzt E die Capacität des Elektrometers mit der zur Collectorplatte führenden Leitung bedeutet, so erhalten wir für die bei dem ersten Versuche in die Collectorplatte übergeflossene Elektricitätsmenge

$$Q = (E + P_1)\, V$$

$$Q = (E + P)\, V_1$$

somit

$$\frac{P_1}{E} = \frac{V_1}{V}\left(1 + \frac{P}{E}\right) = A\left(1 + \frac{P}{E}\right) = \frac{A}{D}$$

Für die bei dem zweiten Versuche in die Collectorplatte übergeflossene Elektricitätsmenge wird

$$Q_1 = \left(E + \frac{P_1}{1 - a}\right) V$$

$$Q_1 = (E + P)\, V_2$$

$$\frac{P_1}{(1 - a)\, E} = \frac{V_2}{V}\left(1 + \frac{P}{E}\right) = B\left(1 + \frac{P}{E}\right) = \frac{B}{D}$$

Somit wie früher

$$a = \frac{B - A}{B - D}$$

8.

Es bedarf demnach zur Berechnung von a nur mehr der Bestimmung von D; zur Ausführung derselben wurde zunächst das Elektrometer mit einer ziemlich starken Ladung versehen, indem man die Collectorplatte bei kleinem Abstande von der Condensatorplatte lud, und dann durch Aufziehen der Platte die Ladung in das Elektrometer überführte. Dann wurde die Verbindung der Näpfchen 2 und 3 unterbrochen und die Collectorplatte mit der zu ihr führenden Leitung bis zum Näpfchen 3 entladen. Nachdem dann die Ladung des Elektrometers und des ein für allemal mit demselben fest verbundenen Theiles der Leitung gemessen war, wurde die Verbindung zwischen den Näpfchen 2 und 3 hergestellt und nun die zurückgebliebene Ladung gemessen. Dieser Versuch liefert das Verhältniss zwischen den Capacitäten des Elektrometers mit dem an demselben unveränderlich festen Leiterstücks und der Collectorplatte in Verbindung mit der Leitung bis zum Näpfchen 3. Bezeichnen wir mit P die Capacität der Platte, mit L diejenige der Leitung zwischen Platte und dem Näpfchen 3, mit E_1 die des Elektrometers und des an ihm festen Leitertheils, so geben die beiden Versuche für die im Elektrometer und in der an demselben festen Leitung bei der ersten Messung vorhandene Elektricitätsmenge Q

$$Q = E_1 V$$

$$Q = (E_1 + P + L) V_1 \;,$$

$$1 + \frac{P + L}{E_1} = \frac{V}{V_1} = p$$

Zur Bestimmung der Capacität L der Leitung, welche aus dem die Näpfchen 2 und 3 verbindenden Kupferdraht, dem Näpfchen 2 und der von diesem zur Collectorplatte führenden Verbindung bestand, wurde die Leitung von der Collectorplatte losgenommen, und dann eine dem Elektro-

meter ertheilte Ladung zwischen diesem und der Leitung getheilt. Man erhielt so

$$1 + \frac{L}{E_1} = q.$$

Die in die Gleichung zur Berechnung von a eingehende Grösse E ist die Summe der Capacitäten des Elektrometers und der die Collectorplatte mit dem Elektrometer verbindenden Leitung, welche bei allen Lagen der Collectorplatte constant gesetzt werden kann, da die Platte mit denjenigen Theilen der Leitung, welche eine merkliche Capacität besitzen, durch den feinen Golddraht verbunden war. Die beobachteten Werthe von p und q geben unmittelbar

$$\frac{P}{L + E_1} = \frac{P}{E} = \frac{p - q}{q}.$$

Bei den Messungen zur Bestimmung von p und q wurde, um den Elektricitätsverlust, der etwa in der Leitung vom Näpfchen und zum Elektrometer während der Messung stattfand, in Rechnung zu ziehen, die Messung der Ladung des Elektrometers in bestimmten Zeiträumen mehrfach wiederholt, indem nach einer durchgeführten Messung der Bügel wieder zur Nadel des Elektrometers gehoben wurde. Dann wurde in einem bestimmten Momente das Elektrometer mit der Leitung verbunden und gleichzeitig der Bügel mit der Nadel zur Berührung gebracht. Wie nothwendig dieses Verfahren war, trotzdem die Leitung nur an zwei Punkten leicht an Schellacksäulchen gekittet, im übrigen durch die Luft geführt war, zeigt z. B. folgender Versuch zur Bestimmung von p.

Zeit	Torsion T des Elektrm.-Fadens	Potentialwerth $\log V = \log \sqrt{\frac{T}{10}}$	Δ
0′	612°	0,89337	
3′	586°	0,88398	0,00942
6′	561°	0,87448	0,00947
9′	161°	0,60341	Moment der Verbindung

$$\log p = 0,86503 - 0,60341 = 0,26162 = \log 1,826.$$

Wäre der Verlust nicht in Rechnung gezogen, so würde man aus diesem Versuche $p = 1,867$ erhalten haben.

In dieser Weise durchgeführt ergaben 9 Versuche für p die Werthe

1,878 ; 1,879 ; 1,826 ; 1,863 ; 1,839;
1,856 ; 1,861 ; 1,852 ; 1,879
Mittel p = 1,8592

Für q ergaben 5 Versuche

1,467 ; 1,416 ; 1,425 ; 1,467 ; 1,449
Mittel 9 = 1,446

Hieraus ergibt sich

$$1 + \frac{P}{E} = 1,286$$

$$D = \frac{1}{1,286} = 0,7775$$

und schliesslich

$$a = \frac{B - A}{B - 0,7775}$$

9.

Dass nach der in den beiden letzten §§ beschriebenen Methode der erste und der letzte der vorhin erwähnten Uebelstände gehoben sind, erkennt man unmittelbar. Was zunächst den letzten Uebelstand, der zu starken Abnahme des zu messenden Potentials angeht, so findet hier während des ganzen Versuches keine Abnahme statt, da die mit dem Batteriepole in fester Verbindung stehende Collectorplatte auf constantem Potential gehalten wird. Aber ebenso kann auch nach Aufheben der Verbindung der Collectorplatte mit der Batterie keine Elektricität mehr auf die Collector-

platte hinfliessen, selbst wenn die Glasstäbchen während der Ladung etwas Elektricität angenommen hätten, da das Potential auf der Platte jedenfalls grösser ist als auf den Glasstäbchen. Trotz des letztern Umstandes ist aber doch kein Abfliessen der Elektricität auf die Glasstäbchen, also eine Verminderung des Potentials auf der Platte nach dem Aufziehen, ein Umstand, der gerade den Fehler auch hier veranlassen würde, der vermieden werden soll, zu befürchten. Denn einmal ist die Ladung gegenüber der bei dem Sinuselektrometer anzuwenden äusserst klein, und weiter nimmt das Aufziehen der Collectorplatte und das Ueberführen der Ladung in das Elektrometer nur einen Bruchtheil einer Secunde in Anspruch, so dass selbst bei noch stärkerer Ladung ein messbares Abfliessen auf die isolirenden Stäbchen nicht stattfinden kann. Der auf diese Weise bestimmte Werth des Quotienten B gibt deshalb in der That genau den Werth des Quotienten der Potentiale, welche in der Collectorplatte vorhanden sind, wenn sie frei und wenn sie bei gleicher Ladung über dem Isolator auf der Condensatorplatte schwebt, so genau wie ihn diese Messungen überhaupt zu liefern im Stande sind.

Demnach könnte es auf den ersten Blick scheinen, dass auf diesem Wege auch der zweite der erwähnten Uebelstände gehoben werden könnte, dass man den Verlauf der Influenz im Isolator in ihrer Abhängigkeit von der Zeit mit aller Sicherheit dadurch erhalten könnte, dass man die Verbindung der über dem Isolator schwebenden Collectorplatte mit der Batterie bei den einzelnen Versuchen erst eine, dann bei einem folgenden Versuche zwei Minuten u. s. f. dauern liesse. Es ergab sich indess bald, dass das nicht möglich ist, indem nach Ausweis der später mitzutheilenden Zahlen der Gang der Influenz in den Isolatoren zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden sein kann. Es zeigt

sich, dass die durch eine gleiche Dauer der Einwirkung hervorgebrachte Influenz in verschiedenen Zeiten sehr verschieden sein kann. Eine genauere Bestimmung des Ganges der Influenz als durch die Beobachtungen mit dem Sinuselektrometer war mir deshalb nicht möglich.

10.

Die für die Werthe von a erreichbare Genauigkeit ist hauptsächlich durch die Genauigkeit bestimmt, welche man bei der Messung von B erreicht, da man den Werth von A in jedem Falle, ebenso wie den von D als Mittel aus mehreren Messungen nehmen kann, während B jedesmal aus einem Versuche abzuleiten ist. Die in den frühern §§ mitgetheilten zur Bestimmung von D ausgeführten Messungen, welche gerade wie diejenigen ausgeführt werden, die das einzelne B liefern, Messungen zweier Potentialwerthe, deren Quotient B ist, zeigen nun Schwankungen von 3—4 Procent. Diese Schwankungen rühren besonders bei der zweiten Methode hauptsächlich daher, dass trotz der schon mehrfach hervorgehobenen sorgfältigen Isolation der Leitung, welche die Collectorplatte mit dem Elektrometer verbindet, ein zu verschiedenen Zeiten verschiedener Verlust an Elektricität stattfindet, selbst in der kurzen Zeit, während welcher die Ueberführung der Elektricität aus der Collectorplatte in das Elektrometer stattfindet. Man wird deshalb in den Werthen von B eine Ungenauigkeit von 2 Procent annehmen müssen. Der Fehler, welcher dadurch in a entsteht, hängt nach der Form der Gleichung ab von dem Werthe von B, und zwar wird er um so kleiner je grösser B ist, damit also auch bei gleicher isolirender Substanz, je näher die Platten des Condensators sind oder je dünnere Platten man untersucht. Indess erkennt man aus der Gleichung für a auch, dass die Unrichtigkeit in a immer ein kleinerer Bruchtheil von a ist

als die Ungenauigkeit in B, auch wenn man dickere Platten benutzt.

Da nun andere Gründe für die Anwendung dickerer Platten sprachen, so habe ich zur Bestimmung der Werthe von a vorzugsweise Platten von mehr als 3^{mm} Dicke angewandt. Bei zu dünnen Platten, also kleinen Abständen der leitenden Platten ist nämlich in den Werthen von B eine geringere Genauigkeit zu erreichen, da man dann, wenn das Potential der frei schwebenden Platte nicht zu gross werden soll, bei niedergelassener Platte zu kleine Werthe anwenden muss oder bei der ersten Methode erhält, so dass eine genaue Messung weder am Sinuselektrometer noch am Torsionselektrometer möglich ist. Da gleich nach dem Niederlassen der Condensatorplatte bei dünneren Platten die Ablenkung der Nadel am Sinuselektrometer nur wenige (1—3) Grade betrug, liess sich der Gang der mit der Zeit wachsenden Influenz an diesen gar nicht mit Sicherheit bestimmen. Es konnten deshalb dazu im allgemeinen nur die dickern Platten benutzt werden.

In anderer Beziehung ist ein grösserer Abstand der Platten sogar für die erreichbare Genauigkeit von Vortheil. Wenn nämlich auch der Werth von A als Mittel aus mehreren Beobachtungen erhalten wird, und dadurch eine geringere Unsicherheit bietet, so kann in demselben doch dadurch eine Ungenauigkeit entstehen, dass er nicht genau dem beobachteten Werthe von B entspricht, das heisst, dass der Abstand von Collector und Condensatorplatte nicht genau derselbe ist, wenn die isolirende Platte sich zwischen denselben befindet, als wenn sie nicht dazwischen liegt. Denn so sorgfältig man auch den gleichen Abstand herzustellen sucht, ein kleiner Fehler ist bei den Einstellungen nicht zu vermeiden. Dieser Einstellungsfehler hat nun auf den Werth von A einen um so geringeren Einfluss, je weiter

die Platten von einander entfernt sind, da, sobald der Abstand einigermassen gross geworden ist, das Potential der Platte in sehr viel langsamern Verhältniss sich ändert als die Entfernung. Bei gleichem Einstellungsfehler ist also die dadurch bedingte Ungenauigkeit in A viel kleiner, wenn die Abstände der Platten grösser sind.

11.

Die untersuchten Substanzen sind Ebonit, Paraffin, Schellack, Schwefel und verschiedene auf ihrer Oberfläche mit braunem Schellackfirniss überzogene Platten von Spiegelglas.

Die Ebonitplatten waren von der Gummiwaarenfabrik vormals Bolle, Elliot und C. in Berlin erhalten, sie waren schön planparallele Platten mit ziemlich polirter Oberfläche und, wie abgeschnittene Proben zeigten, sehr homogen gearbeitet. Die Paraffinplatten waren aus einem grössern Stücke Paraffins ausgeschnitten und dann durch Schaben auf die gewünschte Dicke gebracht; nur eine der dünnern Platten war durch erneuertes Schmelzen und Giessen dargestellt. Die Schellackplatten waren gegossen und dann auf der Drehbank bearbeitet. Um einen leichtern und homogenern Guss zu erzielen, war dem Schellack etwas venetianischer Terpentin zugesetzt worden. Die Glasplatten waren aus Spiegelglasplatte herausgeschnitten und dann auf ihren Rändern abgeschliffen worden, so dass sie wie die übrigen Platten kreisförmig wurden und einen dem der leitenden Platten möglichst genau gleichen Durchmesser erhielten.

Die zu den Versuchen benutzten drei Schwefelplatten waren auf Glasplatten mit Papierrand gegossen und dann später durch Schaben bearbeitet, dass ihre Flächen planparallel wurden. Zwei derselben hatten denselben Durch-

messer wie die leitenden Platten, die dritte mehr als den doppelten Durchmesser.

Die auf diese Weise erhaltenen Schwefelplatten waren nicht durchweg von gleicher Dichte, sondern besonders die beim Guss obere Hälfte der Platte zeigte eine Menge kleiner Löcher. Um wenigstens angenähert zu bestimmen, in wie weit der von der Schwefelplatte umschlossenen Raum wirklich mit Schwefel ausgefüllt war, wurde das Gewicht einer der Platten verglichen mit demjenigen, welches sie als ganz homogene Schwefelplatte hätten haben müssen. Die Platte hatte einen Durchmesser von 11,6 Ctm. und eine Dicke von 1,034 im Mittel aus einer grossen Zahl mit dem Sphärometer vorgenommener Messungen, welche im Maximum eine Differenz von 0,06 Mm. zeigten. Da das specifische Gewicht des Schwefels 2,033 ist, so hätte das Gewicht der Platte im Falle reeller Homogenität 222,16 Gramm sein müssen. Es fand sich statt dessen 211,99 Gramm, so dass also etwa 0,05 des Raumes nicht mit Schwefel ausgefüllt war.

Die Platten der übrigen Substanzen waren ohne derartige Discontinuitäten.

Die Dicke der Platten mit Ausnahme derjenigen der grossen Schwefelplatte wurde mit einem von den Herren Hermann und Pfister in Bern construirten Sphärometer gemessen, welches ich im 1. Bande meiner Experimentalphysik p. 21 ff. (3. Aufl.) beschrieben und abgebildet habe. Dasselbe gestattet auch bei Platten die Dicke an verschiedenen Stellen mit der grössten Genauigkeit zu messen, indem man die Platten auf dem etwa 1 Cent. im Durchmesser habenden Tisch verschiebt und durch Auflegen kleiner Gewichte auf der Seite, wo die Platte den Tisch am wenigsten überragt, balancirt. In dieser Weise wurde die Dicke der Platten an 12 bis 15 Stellen gemessen und aus den ge-

messenen Werthen, in denen sich nicht 0,2 Mm. übersteigende Unterschiede fanden, das Mittel genommen.

Ueber den Einfluss der Dicke des Isolators auf den Gang der Influenz in demselben.

12.

Kohlrausch hat in seiner Untersuchung über den elektrischen Rückstand in der Leydner Flasche[3]) es als wahrscheinlich hingestellt, dass die Grösse des Rückstandes wesentlich von der Dicke des Glases abhängt, und zwar derart, dass das dickere Glas den grösseren Rückstand hervorbringt. Er fand nämlich, dass von zwei Flaschen, deren eine ungefähr die dreifache Glasdicke der andern hatte, die mit dem dickern Glase etwa einen dreimal so grossen Rückstand bildete als die dünnere. In der dickeren war der Rückstand 0,3052, in der dünnern 0,1180 der ursprünglichen Ladung. Indess erklärt Kohlrausch selbst den Versuch für nicht vollkommen entscheidend, da die beiden Flaschen von verschiedenem Glase waren und die Grösse des Rückstandes offenbar von der Sorte des Glases sehr wesentlich abhängt.

Herr von Bezold hat dann später[4]) eine Anzahl Franklin'scher Platten untersucht, deren Gläser sämmtlich aus einem und demselben Hafen geblasen waren und gefunden, dass der Gang der sogenannten disponibeln Ladung für die Gläser verschiedener Dicke ein nicht unbeträchtlich verschiedener ist. Er findet bei annähernd gleicher anfänglicher Ladung bei den dünnern Gläsern in gleichen Zeiten eine sehr viel stärkere Abnahme des Potentials, welches er

3) Kohlrausch. Poggendorffs Annalen Band XCI p. 81.
4) von Bezold. Poggendorffs Annalen Band CXXXVII. p. 228.

an einem mit der Franklin'schen Platte verbundenen Sinuselektrometer beobachtet, als bei den dickern Gläsern. So erhält er für 4 Platten folgende Werthe des Potentials

Zeit in Secunde	Werthe des am Sinuselektrometer beobachteten Potentials bei einer Glasdicke von			
	mm.	mm.	mm.	mm.
	3,76	3,13	2,12	1,65
0	9,60	9,46	9,26	8,68
60	—	—	—	1,45
61	2,74	—	—	—
69	—	—	1,76	—
125	1,92	—	1,25	—
126	—	—	—	0,89
128	—	1,79	—	—
205	1,38	—	—	—
206	—	—	—	0,44
207	—	1,28	—	—
211	—	—	0,81	—

In der That ist das gleichen Zeiten entsprechende Potential ein um so kleinerer Bruchtheil des anfänglichen, je dünner die Platte ist. Es zeigt sich also hier unzweifelhaft ein Einfluss der Dicken, indess in entgegengesetztem Sinne als es Kohlrausch vermuthete, die Rückstandsbildung ist um so grösser, je dünner die Platte ist.

Ich habe in meinen Versuchen [5]) einen solchen Einfluss der Dicke nicht constatiren können, da er durch die Verschiedenheit der damals benutzten Gläser verdeckt wurde.

Herr von Bezold hat damals in diesen Beobachtungen einen Grund gesehen gegen die von Kohlrausch vertheidigte Erklärung der Rückstandsbildung, nach welcher dieselbe durch die Influenz im Isolator zu Stande kommt, sich auszusprechen, indem er darauf hinwies; dass aus der Gleichung

5) Wüllner. Poggendorffs Annalen Band CLIII. p. 22.

für den Werth des Potentials zwischen den leitenden Platten folgt, dass die Influenz von der Dicke der Platten unabhängig sein muss. Er glaubte desshalb, dass das bei Franklinschen Platten von verschiedener Glasdicke am Sinuselektrometer zu beobachtende Potential, die sogenannte disponible Ladung, stets derselbe Bruchtheil der ursprünglichen Ladung sein müsse.

Das ist indess nur der Fall, wenn die von der Franklinschen Platte zu dem Sinuselektrometer führende Leitung und des Elektrometer eine gegen diejenige der Franklinschen Platte verschwindend kleine elektrische Capacität haben. Sowie die Capacität der mit der Franklinschen Platte in Verbindung stehenden leitenden Theile eine merkliche ist, muss bei gleicher Influenzwirkung auf den Isolator der Gang des Potentialwerthes ein ähnlicher sein, wie ihn Herr von Bezold beobachtete. Es ergibt sich das unmittelbar aus der Gleichung die wir in den früheren §§ für α oder wenn der Zwischenraum zwischen den leitenden Platten ganz mit dem Isolator ausgefüllt ist, für α erhielten

$$\alpha = \frac{B - A}{B - D}$$

In dieser Gleichung ist, wie wir sehen, B der Quotient der Potentiale der freischwebenden und der auf dem Isolator liegenden, A der Quotient zwischen den Potentialen der frei schwebenden und der in gleicher Entfernung über der Condensatorplatte schwebenden aber statt des Isolators durch Luft von derselben getrennten Platte. Es folgt somit, dass

$$\frac{\frac{1}{B}}{\frac{1}{A}} = \frac{A}{B} = L$$

die dem einer bestimmten Dauer der Einwirkung ange-

hörenden Werthe von B entsprechende sogenannte disponible Ladung ist. Entwickeln wir aus obiger Gleichung dieser Quotienten, so wird

$$\frac{A}{B} = L = \frac{A(1-\alpha)}{A-\alpha D} = \frac{1-\alpha}{1-\alpha\frac{D}{A}}.$$

In dem Ausdrucke für L ist α das Mass der in gleichen Zeiten im Isolator bewirkten Influenz, somit wenn die Influenz von der Plattendicke unabhängig ist, für alle Plattendicken dasselbe. D ist eine Constante des Apparates kleiner wie 1 aber grösser wie Null, sobald die Capacität des Elektrometers nicht verschwindend klein gegen die Capacität der frei schwebenden Collectorplatte ist. Der Werth von A wird dagegen um so grösser, je geringer der Abstand von Collectorplatte und Condensatorplatte ist, er nimmt also mit wachsender Plattendicke ab. Die Form obiger Gleichung lässt nun schon unmittelbar erkennen, dass bei gleichem α grössern Werthen von A kleinere Werthe von L entsprechen, da der Zähler des Ausdrucks constant ist, der Nenner dagegen mit wachsendem A grösser wird. So würde sich z. B. bei den Capacitätsverhältnissen meiner Apparate und Plattendicken, welche denen, die Herr von Bezold angewandt ähnlich sind, für die am Sinuselektrometer beobachteten disponibeln Ladungen ergeben:

Für $\alpha = 0{,}5$ und einer Plattendicke von	mm. 3,53	mm. 2,65	mm. 1,77
würde L gleich	0,5909	0,5786	0,5565
Für $\alpha = 0{,}75$			
würde L gleich	0,3249	0,3138	0,3044.

Die von Herren von Bezold gefundenen Werthe gaben allerdings viel grössere Unterschiede in den disponibeln Ladungen, will man nicht annehmen, dass die Werthe

wesentlich von dem während der Versuche stattfindenden Elektricitätsverlust beeinflusst sind, so würde aus diesen Werthen zu schliessen sein, dass trotz gleicher influenzirender Kraft, die Influenz in dünnern Platten eine viel stärkere ist, als in dickern Platten.

Der Versuch von Kohlrausch würde, wenn man den Unterschied in der Rückstandsbildung nicht der Verschiedenheit des angewandten Glases zuschreiben will, das gerade entgegengesetzte Resultat liefern, es müsste die Influenz in sehr viel stärkerm Verhältniss in den dickern Platten wachsen, als in den dünnern.

13.

Ich habe besonders die Ebonikplatten, deren ich 6 von verschiedener Dicke gleichzeitig aus derselben Fabrik bezogen hatte, benutzt, um einen etwaigen Einfluss der Dicke auf die Grösse und den Gang der Influenz in den Isolatoren zu untersuchen. Die Platten hatten folgende Dicken:

		mm.
Platte	VI.	15,30
„	V.	10,41
„	VI.	8,36
„	III.	3,53
„	II.	2,24
„	I.	1,12

Die Beobachtungen mit dem Sinuselektrometer wurden theils so angestellt, dass die Collectorplatte auf den Ebonitplatten auflag, theils dass sie in geringer Entfernung 0,294 oder 0,588 darüber schwebten. Die Uebereinstimmung der unter diesen verschiedenen Umständen aus den an einer und derselben Platte berechneten Werthe von α bietet eine Controlle für die Beobachtungen.

In der nachfolgenden Tabelle gebe ich die in 6 Beobachtungsreihen, welche im December 1875, Januar und Februar 1876 angestellt sind, für die Ebonitplatte VI gefundenen Werthe von α. Die erste Columne enthält die Zeit in Minuten, für welche der betreffende Werth von α gilt, die folgenden diese Werthe, wie sie bei den über den betreffenden Columnen angegebenen Abständen der Collectorplatte erhalten wurden.

Tabelle I.

Ebonitplatte VI.

Zeit in Minuten.	Abstand der Collectorplatte					
	mm 0,00	mm. 0,294			mm. 0,588	
1	0,5364	0,5684	0,4986	0,5684	0,5352	0,5737
2	0,5514	0,5972	0,5206	0,5999	0,5611	0,6064
3	0,5577	0,6183	0,5300	0,6267	0,5848	0,6232
4	0,5770	0,6405	0,5502	0,6535	0,6064	0,6370
6	0,5881	0,6684	0,5715	0,6836	0,6294	0,6611
8	—	0,6823	0,5860	0,7112	0,6483	0,6813
12	0,6121	0,7152	0,6047	0,7458	0,6877	0,7129
16	0,6292	0,7384	0,6226	0,7636	0,6955	0,7300
20	0,6419	0,7543	0,6389	0,7729	0,7125	0,7495
24	0,6535	0,7727	0,6521	—	0,7317	0,7576
28	0,6588	0,7845	0,6613	0,7880	—	0,7713
32	0,6687	—	0,6655	—	0,7420	0,7769
36	0,6751	0,7909	0,6784	—	0,7508	—
40	0,6839	0,7952	0,6868	0,7994	0,7568	0,7842
52	0,7029	—	0,7062	—	—	—

Die folgende ganz wie die erste angeordnete Tabelle enthält die für die Ebonitplatte V gefundeten Werthe von α; die Beobachtungsreihen sind in demselben Zeitraum gewonnen worden, wie diejenigen an Platte VI.

Tabelle II.

Ebonitplatte V.

Zeit in Minuten	Abstand der Collectorplatte					
	mm. 0,00	mm. 0,294			mm. 0,588	
1	0,5295	0,5688	0,5354	0,5367	0,5738	0,5756
2	0,5610	0,6023	0,5533	0,5625	0,5932	0,6025
3	0,5755	0,6222	0,5644	0,5781	0,6068	0,6162
4	0,5889	0,6405	0,5872	0,5840	0,6178	0,6191
6	0,6088	0,6639	0,5971	0,6030	0,6344	0,6384
8	0,6270	0,6815	0,6263	0,6243	0,6484	0,6503
12	0,6596	0,7134	0,6531	0,6544	0,6657	0,6757
16	0,6729	0,7348	0,6795	—	0,6774	0,6874
20	0,6877	0,7476	0,7034	0,7054	0,6894	0,6928
22	0,7001	0,7542	0,7126	—	0,7012	—
28	0,7123	0,7690	0,7292	0,7300	0,7083	—
32	0,7231	0,7818	0,7353	0,7400	0,7192	0,7250
36	0,7287	0,7856	0,7420	—	0,7247	—
40	0,7350	0,7949	0,7490	0,7500	0,7291	0,7400

Die nächstfolgende Tabelle enthält die in demselben Zeitraum für die Ebonitplatte IV erhaltenen Werthe von α.

Tabelle III. Ebonitplatte IV.

Zeit in Minuten	Abstand der Collectorplatte			
	mm. 0,00	mm. 0,294		mm. 0,588
1	0,5599	0,6691	0,5589	0,5776
2	0,5732	0,7098	0,5704	0,5973
3	0,5828	0,7279	0,5836	0,6150
4	0,5937	0,7466	0,5945	0,6155
6	0,6118	0,7778	0,6126	0,6320
8	0,6243	0,7955	0,6289	0,6565
12	0,6412	0,8289	0,6591	0,6726
16	0,6490	0,8547	0,6650	0,6870
20	0,6616	—	0,6954	0,6967
24	0,6694	—	0,7030	0,7058
28	0,6761	—	0,7146	0,7207
32	0,6765	—	0,7237	0,7265
36	0,6838	—	0,7330	0,7308
40	0,6860	—	0,7397	0,7358

Tabelle IV gibt die in dem gleichen Zeitraum für die Ebonitplatte III gefundenen Werthe von a.

Tabelle IV. Ebonitplatte III.

Zeit in Minuten.	Abstand der Collectorplatte			
	mm. 0,294		mm. 0,588	
1	0,5847	0,6194	0,5896	0,5742
2	0,6057	0,6335	0,6116	0,5862
3	0,6218	0,6496	0,6173	0,5965
4	0,6283	0,6617	0,6261	—
6	0,6453	0,6732	0,6422	0,6216
8	0,6659	0,6865	0,6533	0,6425
12	0,6774	0,7077	0,6607	0,6551
16	0,6818	0,7232	0,6771	0,6682
20	0,6950	0,7400	0,6965	0,6839

14.

Vergleieht man zunächst die für ein und dieselbe Platte erhaltenen Werthe für α so findet man in den für gleiche Zeiten bei jeder der 4 Platten bestimmten Werthen von α ziemlich beträchtliche Unterschiede, welche bei der Platte VI bis auf 0,2 des mittlern Werthes von α reichen, bei Platte IV einen noch beträchtlich höhern Betrag erreichen. Dass diese Unterschiede nicht etwa einen Fehler in der Bestimmung der Constanten des Apparates begründet sind, ergibt sich abgesehen von der Grösse der Unterschiede daraus, dass die Unterschiede bei gleicher Lage der Collectorplatte in jeder Tabelle ebenso gross sind, als diejenigen. welche bei den verschiedenen Lagen derselben erhalten sind. Bei gleicher Lage der Collectorplatte ändert sich aber nur der Werth des Quotienten B, in welchem wie vorher gezeigt wurde, Fehler von solcher Grösse nicht möglich sind, die nothwendig wären um derartige Unterschiede zu erklären.

Wir müssen daher schliessen, dass der Gang der Influenz bei einer und derselben isolirenden Platte in der That zu verschiedenen Zeiten ein sehr verschiedener sein kann. Als einen wesentlichen Grund dieser Verschiedenheit gab sich der Feuchtigkeitszustand der Luft zu erkennen, indem die Werthe von α stets rascher wachsen, wenn die Luft feuchter ist.

Den Nachweis hierfür lieferte der Gang der Versuche selbst, indem die Zunahme von α mit der Zeit stets dann ein rascherer war, wenn auch der Elektricitätsverlust ein grösserer war. Es genügt das an einzelnen Beispielen zu zeigen. Bei Platte VI zeigen die zweite und dritte Columne den grössten Unterschied in den gleichzeitigen Werthen von α. Bei der Versuchsreihe, welche die Columne 2 lieferte nahm der Werth des Potentials auf der Collectorplatte während der Dauer des Versuches ab von 0,9635 auf 0,6602;

bei der in Columne 3 dargestellten Versuchsreihe in der beträchtlich grössern Zeit nur von 0,9769 auf 0,8335.

Einen noch grössern Unterschied zeigen die Reihen 2 und 3 der Tabelle III für die Platte IV. Bei der zweiten Reihe für die Platte IV nahm der Werth des Potentials in 12 Minuten von 0,8871 ab auf 0,6275, bei der in der folgenden Columne dargestellten Reihe dagegen in 40 Minuten nur von 0,9257 auf 0,8043.

Man ist geneigt diesen Unterschied auf eine mehr oder weniger starke Leitung der Oberflächen der Isolatoren zu schieben, welche durch eine Condensation der Luftfeuchtigkeit bedingt wird, da die Temperatur, bei welcher die den einzelnen Platten angehörigen Werthe gefunden wurden, immer sehr nahe die gleiche war, etwa 18° C, die Temperatur bis zu welcher der Raum meines Laboratoriums ziemlich constant geheizt ist.

Man muss dann für alle von mir untersuchten Isolatoren einen ziemlich gleichen Einfluss der condensirten Feuchtigkeit auf die Oberflächenleitung annehmen, da sich bei allen ähnliche Unterschiede in dem Verlaufe der Influenz zeigen; weiter auch muss diese Condensation ziemlich schnell erfolgen, denn die Unterschiede zeigten sich auch, wenn man die Platten vorher in einem durch wasserfreie Phosphorsäure getrockneten Raume aufbewahrt hatte. Ausserdem müssen dann aber auf diese Oberflächenleitung noch andere nicht erkennbare Einflüsse von Bedeutung sein, da selbst bei gleichem, an der gleichen Schnelligkeit des Elektricitätsverlustes erkennbaren, Feuchtigkeitszustande der Luft sich Unterschiede in dem Gange der Influenz bemerklich machen.

Trotz dieses Unterschiedes in dem Gange der Influenz ist, wie die vorigen Tabellen zeigen der anfängliche Werth der Influenz nicht sehr verschieden, und ebenso werden wir erkennen, dass der schliesslich erreichbare Werth nicht davon beeinflusst wird.

15.

Vergleicht man darnach die Werthe von α für die 4 Platten, deren dickste eine mehr als vierfache Dicke als die dünnste hat, so erkennt man unmittelbar, dass die für die verschiedenen Platten erhaltenen Werthe von α nicht mehr von einander abweichen als die für eine Platte erhaltenen. Es tritt das besonders deutlich hervor, wenn man die für die verschiedenen Platten aus obigen Beobachtungsreihen sich ergebenden den gleichen Zeiten entsprechenden Mittelwerthe von α zusammenstellt. Folgende Tabelle zeigt, wie wenig die Mittelwerthe von einander abweichen, besonders die für die beiden ersten Platten, für deren jede 6 Reihen zu Gebote standen, trotz der grossen in den einzelnen Reihen vorhandenen Unterschiede. Es erklärt sich das eben dadurch, dass die Beobachtungen alle in dem gleichen Zeitraume angestellt sind, so dass die äussern Einflüsse alle Platten nahezu gleichmässig trafen.

Tabelle V.

Mittelwerthe von α für die verschiedenen Platten.

Zeit in Minuten	Werthe von α für Platte			
	VI	V	IV	III
1	0,5468	0,5533	0,5911	0,5920
2	0,5728	0,5791	0,6126	0,6092
3	0,5901	0,5939	0,6298	0,6213
4	0,6108	0,6062	0,6375	0,6303
6	0,6329	0,6244	0,6585	0,6456
8	0,6515	0,6430	0,6763	0,6641
12	0,6794	0,6703	0,6979	0,6752
16	0,6966	—	0,7114	0,6876
20	0,7116	0,7060	—	0,7039
24	0,7246	—	—	—
28	0,7334	—	—	—
32	—	0,7374	—	—
36	—	0,7400	—	—
48	0,7510	0,7497	—	—

Trotz der in der That nahen Uebereinstimmung der Werthe für α ist indess nicht zu verkennen, dass die für die ersten Minuten erhaltenen Werthe von α für die dünnern Platten die grössern sind, dass erst etwa von der 8 Minuten ab die Werthe wirklich gleich werden. Das zeigt sich ebenso, wenn man die Werthe von α für die beiden noch dünnern Platten I und II hinzufügt. Für diese musste man sich begnügen die Werthe von α für die erste und eine oder einige spätern Zeiten zu bestimmen; da die Ablenkungen am Sinuselektrometer schon sofort nach dem Niederlassen der Collectorplatte nur $2^0 - 3^0$ betrugen; es war desshalb bei der mit dem Sinuselektrometer erreichbaren Genauigkeit ein stetiges Verfolgen der Influenz bei diesen Platten nicht durchzuführen. Die so für die beiden Platten erhaltenen Werthe waren folgende

Tabelle VI.

Werthe von α für Platte II und I.

Platte II.

Zeit.	Werthe von α				
1'	0,6514	0,6218	0,6035	0,6356	0,6281
35'	—	—	0,6707	—	—
40'	—	—	—	—	0,6950

Platte I.

Zeit.	Werthe von α				
0'	0,6059	0,5976	0,6074	0,6140	0,6129
53'	—	—	0,6789	—	—
55'	—	—	—	0,7393	—

Der der ersten Minute entsprechende Mittelwerth für Platte II ist 0,6281, für Platte I 0,6063. Hier gibt also die dickere Platte einen etwas grössern Werth, während der für die dünnere Platte erhaltene nur wenig mehr grösser ist als der für Platte III erhaltene.

Sehen wir von Platte II ab, so ist ein Wachsthum der Werthe α mit abnehmender Plattendicke unverkennbar

Dasselbe gaben die nach der zweiten Methode unter gleichen Verhältnissen gefundenen Werthe zu erkennen. Eine Anzahl für die verschiedenen in den Tagen vom 12. bis 18. Mai 1876 bestimmter Werthe ergaben in Mittel für die Dauer der Influenz von 10 Secunden

Platte VI.	$\alpha = 0,5881$	Platte III.	$\alpha = 0,6036$
„ V.	$\alpha = 0,5930$	„ II.	$\alpha = 0,6263$
„ IV.	$\alpha = 0,6042$	„ II.	$\alpha = 0,6135$

Dass diese Werthe trotz der kürzer dauernden Influenz zum Theil etwas grösser sind als die vorher für 1 Minute angegebenen Werthe, zeigt den im § 6 erwähnten Einfluss des Abströmens der Elektricität von den die Collectorplatte tragenden Glasstäbchen.

Diese Verschiedenheit der Werthe α verschwindet indess mit wachsender Zeit, indem für die dickeren Platten die Zunahme von α anfänglich eine etwas raschere ist als für die dünnere, von der 6 oder 8 Minute ab lässt sich ein Einfluss der Plattendicke nicht mehr erkennen. Diese nach einiger Zeit eintretende Gleichheit von α zeigt sich auch, wenn man nach der zweiten Methode die Influenz eine sehr lange Zeit nämlich 3 Stunden wirken lässt. Der Werth α wächst dann, wie schon hier erwähnt werden mag, sehr stark und nähert sich sehr der Einheit. Es ergab sich für

Platte VI.	Platte V.	Platte IV.	Platte III.
$\alpha = 0,9561$	$\alpha = 0.9486$	$\alpha = 0,9424$	$\alpha = 0,9468$

Mittel $\alpha = 0,9486$.

Dieser Gang der Werthe von α beweist, dass in den Isolatoren, wie es die Theorie der Influenz verlangt, die Influenz von der Dicke der Platten unabhängig ist. Die Potentialtheorie zeigt, dass bei einem plattenförmigen Condensator die scheidende Kraft zwischen den Platten unabhängig von deren Abstand überall den gleichen Werth hat. Ist h die Dichtigkeit der Elektricität in der Collectorplatte und δ der Abstand der Collector- und Condensatorplatte, so

ist das Potential in einem Abstande x von der Collectorplatte zwischen den Platten

$$V_x = 4\pi h (\delta - x)$$

somit die scheidende Kraft

$$\mp \frac{dV_x}{dx} = \pm 4\pi h.$$

Es gilt das mit aller Strenge jedoch nur für Platten von solcher Grösse, dass der Abstand δ gegen den Durchmesser der Platten verschwindend klein ist. Bei begrenzten Platten, bei denen der Abstand einen im Verhältniss zu den Plattengrössen nicht sehr kleinen Werth hat, muss sich der Einfluss der Ränder bemerklich machen, durch welchen die Scheidungskraft etwas kleiner werden muss. Desshalb muss im Anfange die Influenz in einer dickern Platte etwas kleiner sein. Ist aber der Isolator elektrisch, so wirkt dessen Elektricität der Influenz im Isolator entgegen, und um so mehr je grösser α schon ist. Das Potential geht über in

$$V_x = 4\pi h (1 - \alpha) (\delta - x)$$

und die scheidende Kraft

$$= \frac{dV_x}{dx} = \pm 4\pi h (1 - \alpha)$$

Daraus folgt dann, dass die Influenz in den dickern Platten anfänglich etwas rascher wachsen muss wie in den dünnern Platten, ein Unterschied, der um so mehr verschwinden muss, je stärker die Influenz in dem Isolator wird, je grösser α, je mehr sich also das Potential in dem Isolator dem Werthe null nähert, den es überall haben würde, wenn der Isolator bis zu derselben Stärke influencirt würde wie ein Leiter, α also den Werth eins annähme.

Es folgt somit unzweideutig, dass die Influenz in den Isolatoren bei gleicher influenzirender Kraft von der Dicke der Isolatoren unabhängig ist. Der von Kohlrausch sowie

von Herrn von Bezold beobachtete Einfluss der Glasdicke auf die Rückstandsbildung resp. die Abnahme der disponibeln Ladung ist somit andern Umständen zuzuschreiben, bei Kohlrausch der verschiedenen Beschaffenheit der Gläser, bei Herrn von Bezold dem während der Versuche bei den dünnern Platten stattfindenden stärkern Verlust an Elektricität, ein Umstand auf den schon Herr Clausius[6]) hingewiesen hat.

Ueber die Abhängigkeit der Influenzen in den Isolatoren von der Zeit.

16.

Die in den letzten §§ für den Ebonit mitgetheilten Zahlen beweisen schon, dass die Influenz in den Isolatoren mit der Zeit stetig erst rascher, dann immer langsamer wächst, und dass sie schliesslich sich einem bestimmten Werthe anzunähern scheint, der bei dem Ebonit indess kleiner ist, als der Werth den die Influenz in einem Leiter erreicht. Vor einer genauern Besprechung der Frage wird es aber gut sein erst die an den andern Isolatoren erhaltenen Resultate kennen zu lernen. Ich theile zunächst die an den Schwefelplatten gemachten Beobachtungen mit, welche ich an diejenigen mit Ebonit anschloss, weil der Schwefel als ein vorzüglicher Repräsentant eines reinen Dielektricums gilt, und weil es mir bei einzelnen frühern Beobachtungen schien, als wenn die Influenz im Schwefel nur wenig mit der Zeit zunähme.

Die Dicke der hauptsächlich untersuchten Schwefelplatte war fast genau gleich der von Ebonitplatte V, nämlich 10,34 Mm. im Mittel aller nur 0,06 Mm. differirender Messungen. Sie möge als Schwefelplatte I bezeichnet

---

6) Clausius. Poggend. Ann. Bd. CXXXIX p. 278.

werden; die Schwefelplatte II, welche wie die erste den gleichen Durchmesser wie die leitenden Platten besass, hatte eine Dicke von 5,14 Mm. und die dritte Schwefelplatte III, deren Durchmesser mehr als doppelt so gross war, eine Dicke von 16 Mm.

Nur die erste Platte ist mit dem Sinuselektrometer untersucht worden; sie lag dabei um eine etwaige Oberflächenleitung möglichst zu eliminiren, nicht direkt auf der abgeleiteten Condensatorplatte, sondern auf drei auf dieselbe aufgesetzten Schellacktröpfchen, so dass die untere Fläche der Schwefelplatte 0,59 Mm. von der oberen Fläche der Condensatorplatte entfernt war. Die Collectorplatte schwebte 0,295 Mm. über der Schwefelplatte.

Folgende Tabelle enthält zwei an dieser Platte gemachten Beobachtungsreisen angeordnet wie die die frühere

Tabelle VII.

Schwefelplatte I.

Zeit	Werth von α	
0′ 20″	0,5914	0,5754
40″	0,5886	0,5900
1′	0,5900	0,6060
2′	0,5941	0,6299
3′	0,5990	0,6488
4′	0,6024	0,6632
6′	0,6083	0,6762
8′	0,6109	0,6852
12′	0,6222	0,7185
24′	0,6255	—
36′	0,6323	—
40′	0,6341	—

Von den beiden Reihen wurde die erste am 25. Februar die andere am 2. März 1876 erhalten, die Unterschiede beider Reihen sind ähnliche wie sie beim Ebonit vorkommen, bei der ersten Reihe wächst α in 40 Minuten nur äusserst wenig, wie wenn in der That der Schwefel nahezu ein reines Dielektricum im Sinne der Auffassung von Faraday wäre, bei der zweiten ist dagegen das Wachsthum ein ziemlich beträchtliches. Der Unterschied bei beiden Reihen war wieder der, dass bei der zweiten die Luft ziemlich feucht, bei der ersten dagegen sehr trocken war. Die Abnahme des Potentials ging bei der ersten Reihe in 40′ von 0,9609 bis zu 0,8029 während bei der zweiten Reihe das Potential der Collectorplatte in 12 Minuten von 0,9470 auf 0,5912 herabsank. Ich mache dabei darauf aufmerksam, dass der in jeder Reihe als letzter angegebener Werth mindestens dieselbe Sicherheit hat als der erste, da er aus einem Werth von B abgeleitet ist, der der Quotient aus dem in der letzten Minute beobachteten Potentiale der über dem Isolator schwebenden Collectorplatte und dem unmittelbar nachher an der aufgezogenen Beobachteten ist.

17.

Bei den mit der Schwefelplatte I nach der zweiten Methode durchgeführten Versuchen lag die Schwefelplatte direkt auf der abgeleiteten Condensatorplatte, die Collectorplatte schwebte über derselben in einem Abstande von 0,295 mm. Die Werthe von α ergaben sich also aus der Relation

$$\alpha = a \cdot \frac{10,635}{10,340}$$

und a aus der Gleichung

$$a = \frac{B - A}{B - 0,7775}.$$

Den Werth von A gaben 15 im Laufe der Beobachtungen von Zeit zu Zeit gemachte Bestimmungen zu

1,456	1,437	1,459
1,438	1,445	1,476
1,461	1,468	1,450
1,488	1,482	1,453
1,466	1,471	1,473

also im Mittel aus allen Beobachtungen

$$A = 1,461.$$

Die nächstfolgenden Tabellen geben alle an dieser Schwefelplatte gemachten Beobachtungen, bei denen eine Ladungsdauer von 10'' angewandt wurde, in der Reihenfolge, in welcher sie angestellt wurden. Columne I gibt den Tag der Beobachtung, Columne II gibt an, welche Lage die Platte hatte, das heisst, welche Seite die der Collectorplatte zugewandt war, wobei eine Lage als die normale bezeichnet ist. Columne III gibt das Vorzeichen der zur Ladung der Collectorplatte benutzten Elektricität, Columne IV die direkt beobachteten Werthe von B, die Quadratwurzeln aus den Quotienten der jedesmaligen Torsionen, welche die Nadel des Elektrometers auf 10° stellte, wenn das Elektrometer mit der aufgezogenen Collectorplatte verbunden gewesen war, dividirt durch die, welche das Potential des Batteriepoles mass Columne V gibt endlich die daraus und aus den obigen Angaben berechneten Werthe von α.

Die jedesmal zwischen zwei horizontalen Strichen eingeschlossenen Beobachtungen wurden unmittelbar nach einander angestellt, wobei jeder Versuch etwa eine Viertelstunde in Anspruch nahm. So lange in den aufeinanderfolgenden Versuchen bei gleicher Lage der Platte dieselbe Elektricität zur Ladung der Collectorplatte angewandt wurde, überzeugte man sich vor jedem Versuche, dass die Schwefelplatte nicht elektrisch war, indem man die nichtgeladene Collectorplatte

bis zu der stets angewandten Entfernung von der Schwefelplatte herabliess, dann ableitend berührte und während sie mit dem Elektrometer in Verbindung war nach aufgehobener Berührung emporzog. Konnte man dann im Elektrometer keine Ladung erkennen, so bewies das, dass die Schwefelplatte nicht elektrisch war, oder genauer, dass das elektrische Potential der Schwefelplatte in der Collectorplatte nicht messbar war, was für unsere Versuche dieselbe Bedeutung hat. Liess sich bei diesem Versuche im Elektrometer auch nur eine Spur von Elektricität erkennen, so wurde die Schwefelplatte durch die Flamme eines Bunsen'schen Brenners gezogen, bis sie in der angegebenen Weise geprüft unelektrisch gefunden wurde. Die in der letzten Columne stehende Bemerkung „Flamme" bedeutet, dass vor dem nebenstehenden Versuche die Platte durch die Flamme gezogen war.

Um eine Vorstellung von der Grösse der zur Bestimmung von B gemessenen Torsionen des Glasfadens zu geben, bemerke ich, dass das Potential des Batteriepoles bei Anwendung der 12 Meidinger'schen Elemente durch eine Torsion von etwa 60° gemessen wurde. Dem Werthe B = 2,270 entspricht dann eine Torsion von 366° nach dem Aufziehen der Collectorplatte, dem Werthe B = 3 eine Torsion von 540° dem Werthe B = 3,5 eine Torsion von 735° u. s. f.

Tabelle VIII.

Schwefelplatte I stets 10″ influenzirt.

Zeit.	Lage der Platte	Vorzeichen der Ladung.	B	α	Bemerkungen
1876 Mai 20. Vorm.	normal	—	2,470	0,6132	
"	"	—	2,626	0,6483	
"	"	—	3,051	0,7193	Flamme
Mai 20. Nachm.	normal	—	2,652	0,6535	
"	"	—	2,785	0,6737	
"	"	—	2,898	0,6917	
"	umgekehrt	—	2,707	0,6643	Flamme
"	normal	—	2,840	0,6877	
"	"	—	2,829	0,6859	
"	"	—	2,596	0,6420	1 1/2 Stunde
"	"	+	2,652	0,6535	später
"	"	—	2,623	0,6477	
"	"	—	2,899	0,6969	Flamme
Mai 22. Vorm.	normal	—	2,587	0,6382	
"	"	—	2,743	0,6709	
"	"	—	2,828	0,6859	
"	"	—	2,832	0,6865	
"	"	—	2,925	0,7028	Flamme
"	"	—	2,883	0,6947	
"	"	—	2,885	0,6952	Flamme
"	"	—	3,039	0,7178	Flamme
"	"	—	3,000	0,7123	
"	"	+	2,969	0,7078	
Mai 22. Nachm.	"	—	2,679	0,6589	

18.

Die in vorstehender Tabelle VIII mitgetheilten Zahlen zeigen einen durchaus unerwarteten Verlauf; anstatt wie man erwarten sollte constant zu sein, nehmen die Werthe für B und damit für α, welche bei aufeinander folgenden Versuchen erhalten wurden, im grossen und ganzen stetig zu, und werden im allgemeinen um so grösser, je öfter man den Versuch ohne Zwischenzeit wiederholt. Ueberlässt man dann aber die Platten eine Zeitlang sich selbst, so wird B wieder kleiner und damit sinkt der Werth von α wieder hinab. Es ist gerade, wie wenn durch eine mehrfach wiederholte Influenzirung die Elektricität in dem nichtleitenden Schwefel beweglicher würde und deshalb bei gleicher Dauer der Influenz immer stärker auseinander ginge. Ueberlässt man die Schwefelplatte sich selbst einige Zeit hindurch, so würde die Beweglichkeit wieder abnehmen.

Dass diese Zunahme von B nicht etwa einem Herabsinken der Collectorplatte oder einer Zunahme des Potentials am Batteriepole zuzuschreiben ist, davon überzeugte man sich stets indem man die Abstände controlirte, ebenso das Potential der Batterie jedesmal beobachtete und ferner von Zeit zu Zeit den Werth von A bestimmte.

Man konnte indess bei obigen Versuchen noch vermuthen, da bei denselben mit nur zwei Ausnahmen stets dieselbe Elektricitätsart zur Ladung angewandt ist, dass trotz der vor jedem Versuche vorgenommenen Prüfung der Platte, in derselben eine gewisse bleibende Vertheilung der Elektricitäten eingetreten sei, zu welcher sich dann die neue Influenz addirt habe. Um das zu prüfen wurde bei weitern Versuchen stets das Vorzeichen der influenzirenden Elektricität oder die Lage der Platte gewechselt, so dass die vorher obere Seite die untere wurde. Wäre bei den vorhergehenden Versuchen die Ursache des Wachsens eine bleibende Influenz gewesen, so hätte jetzt ein solches Wachsen

nicht stattfinden können. Tabelle IX zeigt dagegen, dass das Wachsen ein noch stärkeres war.

Tabelle IX.

Schwefelplatte I. stets 10″ influenzirt.

Zeit	Lage der Platte	Vorzeichen der Ladung	B	α
Mai 23 Vorm.	normal	—	2,819	0,6843
"	"	+	2,954	0,7056
"	"	—	2,999	0,7122
"	"	+	3,191	0,7373
"	"	—	3,196	0,7381
"	"	+	3,082	0,7236
"	"	—	3,121	0,7286
Mai 23 Nachm.	normal	—	2,883	0,6946
"	"	+	3,111	0,7273
"	"	—	3,296	0,7495
"	"	+	3,310	0,7510
"	umgekehrt	+	3,414	0,7795
"	"	—	3,314	0,7514
"	"	—	3,348	0,7576
"	normal	—	3,995	0,8114
Mai 24 Vorm.	normal	+	2,910	0,6990
"	"	—	3,247	0,7448
"	umgekehrt	-	3,296	0,7495
"	normal	—	3,715	0,7893
"	umgekehrt	—	3,428	0,7635
"	"	+	3,490	0,7694
"	"	—	3,529	0,7739
"	"	+	3,680	0,7864
"	normal	—	3,552	0,7753
"	"	+	3,640	0,7834
Mai 24 Nachm.	"	+	3,482	0,7687
Juni 1	normal	—	2,692	0,6614
"	umgekehrt	—	2,692	0,6614

Ich habe dann später diese Beobachtungen noch öfters wiederholt, stets mit demselben Erfolg, es wurde im allgemeinen bei gleicher Dauer der Influenz der Werth von α um so grösser je öfter man den Versuch wiederholte. Ich theile von diesen Versuchen noch in Tabelle X. zwei Reihen mit, deren erste am 12. Juni, deren zweite am 27. Juni 1876 erhalten wurde. In der ersten wurden halbe und ganze Secunden als Dauer der Influenz genommen in der zweiten, wechselte die Dauer zwischen 1″ und 10″. Da die Ladungen durch das Eintauchen eines mit der Hand geführten Kupferhakens, der an einem isolirenden Stiele befestigt war, bewirkt wurden, so können die halben und einzelnen Secunden nicht mit derselben Genauigkeit genommen werden wie die Dauer von 10″, indess tritt das Wachsen der Influenz bei öfterer Wiederholung des Versuches doch nicht minder deutlich hervor.

Tabelle X. Schwefelplatte I.

Dauer der Influenz	Lage der Platte	Vorzeichen der Ladung	B	α
0″, 5	normal	+	2,609	0,6447
0″, 5	umgekehrt	+	2,778	0,6773
0″, 5	"	—	2,682	0,6594
0″, 5	normal	—	2,768	0,6754
1″	"	+	2,840	0,6877
1″	umgekehrt	+	2,907	0,6984
1″	"	—	2,715	0,6657
1″	normal	—	2,910	0,6989
10″	normal	—	3,250	0,7443
1″	"	+	2,658	0,6601
10″	"	+	3,688	0,7871
1″	"	+	2,972	0,7083
1″	"	—	3,291	0,7485
10″	"	—	3,936	0,8061
1″	"	+	3,177	0,7378
10″	"	+	4,172	0,8215
1″	"	+	3,378	0,7583

19.

In der folgenden Tabelle XI theile ich zwei Versuchsreihen mit, welche mit der Schwefelplatte II ausgeführt sind, die nur etwa halb so dick war als Schwefelplatte I; sowohl die Werthe von α als der Gang derselben stimmen, mit Beachtung dessen, was vorhin über den Einfluss der Dicke der Platten gesagt ist, vollständig mit den an der ersten Schwefelplatte erhaltenen Ergebnissen überein. Der Werth von A ergab sich aus 4 Versuchen

$$A = 1{,}823$$

Von den beiden Reihen ist die erste am 9. die zweite am 12. Juni 1876 erhalten.

Tabelle XI.

Schwefelplatte II.

Dauer der Influenz	Lage der Platte	Vorzeichen der Ladung	B	α
0″, 5	normal	+	3,492	0,6492
0″, 5	"	—	3,608	0,6668
10″	"	+	5,038	0,7979
10″	"	—	4,957	0,7853
10″	"	+	5,500	0,8147
0″, 5	"	+	4,005	0,7140
0″, 5	"	—	3,841	0,6965
0″, 5	"	—	5,005	0,7140
0″, 5	"	—	3,862	0,6990
0″, 5	"	+	3,975	0,7117
0″, 5	"	+	3,988	0,7131
0″, 5	umgekehrt	—	3,619	0,6684
0″, 5	"	+	3,729	0,6828
0″, 5	normal	+	3,831	0,6954
10″, 0	"	—	4,627	0,7702

20.

Die in den letzten §§ mitgetheilten Versuche beweisen, dass auch bei wechselnder Ladung oder bei wechselnder Lage der Platte der durch eine gleiche Dauer der Einwirkung hervorgerufene Grad der Influenz bei öfterer Wiederholung zunimmt, ähnlich wie durch längere Dauer der Influenz, ja dass es selbst den Anschein hat, als würde durch häufigeres Influenziren selbst dauernd der Schwefel leichter influenzirbar, ein Zustand der nur durch längeres Liegen allmählich verschwindet.

Diese Zunahme der Influenz bei gleicher Dauer der Einwirkung lässt sich nicht auf eine Vermehrung der oberflächlichen Leitung erklären, wenigstens nicht durch etwaige Condensation von Feuchtigkeit, da sie unter allen Umständen bei Wiederholung der Influenz eintritt, und da in der Zeit eines Vormittags oder Nachmittags sich der Feuchtigkeitszustand der Luft nicht in dem Masse ändert, um derartige Aenderungen von α zu erklären. Um indess auch experimentell mich davon zu überzeugen, dass die Oberflächenleitung bei diesem Verhalten der Schwefelplatten keine wesentliche Rolle spielt, habe ich auch die Schwefelplatte III zu einigen Versuchen benutzt. Die mit dieser erhaltenen Zahlen können nicht die gleiche Genauigkeit beanspruchen wie die frühere, da die Dicke der Platte nicht mit dem Sphärometer gemessen werden konnte, und da der Abstand der Collectorplatte von der obern Fläche der Schwefelplatte nicht so genau bestimmt werden konnte, da der Rand der Schwefelplatte um etwa 6 Centim. über den Rand der Collectorplatte hervorragte, somit nicht mit dem Mikroskope der Abstand gemessen werden konnte. Trotzdem die Platte so viel grösser war, zeigte sich dennoch in den Werthen von α derselbe Gang. So nahm an einem Tage bei 4 Versuchen der Werth von α von 0,5882 bei dem ersten zu bis 0,6086 bei dem vierten, bei einer andern

Versuchsreihe von demselben Werthe 0,5882 beim ersten bis zu 0,6844 bei dem 13 Versuche, wenn stets wechselnde Ladungen und eine Ladungsdauer von 0,5 Secunde angewandt wurde. Es wird überflüssig sein auch die Tabellen dieser Versuche mitzutheilen, da sie nichts neues bieten.

21.

Nach der zweiten Methode sind auch die Werthe von α bestimmt, welche bei sehr langer Dauer der Influenz eintreten. Der Werth von α nahm dann in einer solchen Weise zu, dass selbst bei den dicken Platten zur Ladung nicht die 12 Elemente benutzt werden konnten. Schon bei Anwendung von 6 oder 4 Elementen ergaben sich Torsionen des Glasfadens von bis zu 5 ganzen Umdrehungen. Diese vertrug der Faden indess ganz gut, es zeigte sich nach einer solchen Torsion nur eine elastische Nachwirkung von einigen Graden, die sich indess nach Verlauf einiger Zeit, höchstens 1 Stunde, wieder verlor. Bei Anwendung von 6 Elementen ist die Torsion nur $^1/_4$ von derjenigen bei Ladung mit 12 Elementen, da der Werth des Potentials des Batteriepoles dann nur $^1/_2$ ist. Deshalb konnte das Potential des Poles nicht mit derselben Sicherheit gemessen werden, da bei der schwachen Torsion der Einstellungsfehler der Nadel nicht viel kleiner ist als bei der Torsion von 60^0, welche die 12 Elemente stets annähernd geben, der Einfluss der Luftströmungen aber ein grösserer ist. Es wurde daher das Potential des Batteriepoles ausser der direkten Messung hier stets auch dadurch bestimmt, dass unmittelbar nach Beendigung des Versuches das Potential des Batteriepoles bestimmt wurde, von denen die benutzten 6 oder 4 einen Theil ausmachten. Es wurde dann, wenn beide Werthe nicht genau übereinstimmten, das Mittel aus beiden genommen.

In dieser Weise ergaben sich für die drei Schwefelplatten folgende Werthe

Tabelle XII.

Dauer der Influenz	α für Schwefelplatte I	II	III
1 Stunde	0,9500	—	—
2 Stunden	0,9680	—	—
3 Stunden	—	0,9884	0,9360
4 Stunden	—	—	0,9665

Wie man sieht nähern sich diese Werthe sehr der Einheit ohne sie indess ganz zu erreichen, selbst bei der Schwefelplatte III, welche wie erwähnt einen etwa doppelt so grossen Durchmesser hatte, als die leitenden Platten, so dass bei diesen eine oberflächliche Leitung wohl nicht angenommen werden kann.

22.

Für die Ebonitplatten habe ich bereits in dem vorigen Abschnitte die einer Influenz von 10″ entsprechenden Werthe von α sowie die schliesslich erreichten Werthe für die 4 dickern Platten angegeben (§ 15). Die der Dauer von 10″ entsprechenden Werthe sind aus einer Anzahl einzelner Beobachtungen abgeleitet, welche nach einander in dem dort angegebenen Zeitraum mit den verschiedenen Platten angestellt wurden, und bei denen zufällig mit einer und derselben Platte die Versuche nach einander nicht mehr als höchstens zweimal angestellt waren. Nachdem bei der Schwefelplatte sich das eigenthümliche Verhalten herausgestellt, dass bei häufigerer Wiederholung der Influenz der einer gleichen Dauer der Einwirkung entsprechende Werth von α beträchtlich zunahm, habe ich mit der Ebonitplatte V die Versuche nach der gleichen Richtung wiederholt.

Das Resultat war auch hier dasselbe, der Werth von α nahm in ganz ähnlicher Weise zu wie bei dem Schwefel. Ich begnüge mich damit zwei Versuchsreihen mitzutheilen, welche am 26. Mai 1876 bei trockner und am 27. Mai 1876 bei trockner und am 27. Mai bei sehr feuchter Luft ausgeführt worden sind. Bei fester Lage der Platten wurde stets das Vorzeichen der Ladung gewechselt, die Ladungsdauer ist jedesmal 10″.

Tabelle XII.

Ebonitplatte V.

26. Mai		27. Mai	
Vorzeichen der Ladung	α	Vorzeichen der Ladung	α
−	0,5982	+	0,6879
+	0,6281	−	0,7109
+	0,6428	+	0,6980
−	0,6436	−	0,7297
+	0,6506	+	0,7230
+	0,6618		
−	0,6619		

Dasselbe ergab eine Versuchsreihe für Ebonitplatte IV, in welcher α von 0,7417 bei dem ersten Versuche bis 0,6999 bei dem vierten Versuche zunahm.

Die beiden dünnen Ebonitplatten lieferten bei langer Dauer der Influenz ebenfalls Werthe für α, welche annähernd den für die dickern gefundenen gleich waren. Für Platte II, deren Dicke 2,24 Mm. betrug, erhielt ich bei drei 2 bis 3 Stunden dauernder Influenz, als die Collectorplatte 0,35 Mm. über derselben schwebte für α die Werthe 0,9465; 0,8152; 0,9040. Für Platte I deren Dicke 1,12 Mm. betrug, ergab sich als die Collectorplatte 0,59 Mm. darüberschwebte, ein Werth von α, der sogar etwas grösser als 1

war nämlich 1,030. Da indess bei diesen dünnen Platten ein kleiner Fehler in der Bestimmung des Abstandes der Collectorplatte von sehr beträchtlichem Einfluss ist, so ist der bei ihnen durch lange Dauer der Influenz erreichte Werth von α mit einer grösseren Unsicherheit behaftet, als bei den dickern Platten. Jedenfalls zeigen auch diese Beobachtungen, dass der nach langer Dauer der Influenz im Ebonit erreichte Werth von α der Einheit ziemlich nahe kommt.

23.

Die übrigen von mir untersuchten isolirenden Substanzen boten im wesentlich dieselben Erscheinungen wie Schwefel und Ebonit, es wird deshalb nicht erforderlich sein die Resultate mit der gleichen Ausführlichkeit mitzutheilen.

Von Paraffin sind zu den Versuchen 5 Platten verschiedener Dicke benutzt worden, dieselben waren

						mm.
Platte	I	mit	einer	Dicke	von	13,20
„	II	„	„	„	„	9,40
„	III	„	„	„	„	6,71
„	IV	„	„	„	„	2,15
„	IVa	„	„	„	„	2,20

Die vier ersten Platten waren, wie früher schon angegeben ist, aus einem Stück käuflichen Paraffins herausgeschnitten und durch Schaben auf die betreffende Dicke gebracht, die Platte IVa war durch Schmelzen der bei Darstellung der andern Platten abgefallenen Stücke und Giessen erhalten. Ich führe die mit derselben erhaltenen Resultate deshalb an, weil die Werthe von α dort wesentlich andere sind als bei Platte IV, ein Beweis wie wesentlich der Gang der Influenz durch geringe Umstände beeinflusst werden kann.

Um die Schwankungen der für eine und dieselbe Platte zu verschiedenen Zeiten sich ergebenden Werthe von α hervortreten zu lassen, theile ich in der folgenden Tabelle drei mit Platte III erhaltene Reihen mit, welche mit dem Sinuselektrometer durchgeführt worden sind.

Tabelle XIV.

Paraffinplatte III.

Zeit	Werth von α		
1′	0,4520	0,4789	0,5249
2′	0,4594	0,4881	0,5362
3′	0,4644	0,4979	0,5481
4′	0,4663	—	0,5579
6′	0,4755	0,5000	0,5635
8′	0,4849	0,5159	0,5753
12′	0,4988	0,5263	0,5920
20′	0,5257	0,5482	0,6225
28′	0,5486	—	0,6300
40′	0,5643	0,5636	0,6383
60′	—	0,6000	—
80′	—	0,6427	—

In folgender Tabelle stelle ich die Mittelwerthe für die 5 Paraffinplatten, wie sie sich aus den Versuchen mit dem Sinuselektrometer ergeben haben, zusammen

Tabelle XV.

Paraffin.

Zeit.	Werthe von α für Platte				
	I	II	III	IV	IVa
1′	0,4592	0,4530	0,4853	0,4933	0,5599
4′	0,4822	0,4754	—	–	0,6246
8′	0,5011	0,5022	0,5253	0,5094	0,6777
12′	0,5146	0,5148	0,5390	0,5205	0,6945
20′	0,5356	0,5336	0,5655	—	—
28′	0,5509	—	—	—	—
40′	0,5730	—	0,5886	0,5752	—
48′	—	—	—	—	0,8067
60′	0,6052	—	0,6000	0,5978	—

Die Platte IVa hatte wie erwähnt fast genau dieselbe Dicke wie Platte IV und unterschied sich nur dadurch, dass sie aus den bei Bearbeitung der andern Platten erhaltenen Abfällen durch Zusammenschmelzen erhalten war. Die Tabelle zeigt wie gross durch dies einmalige Schmelzen der Unterschied in der Influenz dieser Platte gegenüber den andern Platten geworden ist. Die für die übrigen Platten erhaltenen Werthe zeigen denselben Verlauf wie die Ebonitplatten, nur dass die Werthe von α ganz beträchtlich kleiner sind.

Dass auch bei dem Paraffin eine wiederholte Influenz den Werth von α steigerte zeigten unter andern folgende an Platte II gemachte Beobachtungen, bei einer Ladungsdauer von 10″.

Vorzeichen der Ladung.	α
—	0,4306
+	0,4734
—	0,5173
+	0,5173
+	0,5265

Die für die Paraffinplatten bei jedesmal erster 10″ dauernder Ladung waren im Mittel

für Platte	I	$\alpha =$ 0,4235
"	II	0,4397
"	III	0,4358
"	IV	0,4867
"	IVa	0,5355

Für eine vierstündige Ladungsdauer ergab sich für Platte II, deren Dicke jener der dickern Schwefelplatte am nächsten kam

$$\alpha = 0,7851$$

und für die Platte IV

$$\alpha = 0,7820$$

Wie man sieht wächst auch für Paraffin der Werth von α ganz beträchtlich, bleibt aber weit hinter dem für Schwefel und Ebonit erhaltenen zurück.

24.

Die verschiedenen zu den Versuchen benutzten Schellackplatten, oder genauer aus einer Mischung von Schellack und venetianischem Terpentin bestehenden Platten ergaben für die Influenz ziemlich verschiedene Werthe, was indess, da wir es hier mit Gemischen zweier Substanzen zu thun haben, in denen die Mengenverhältnisse der Bestandtheile keinenfalls die gleichen sind, nicht auffällig erscheinen kann. Es möge genügen für zwei Schellackplatten je drei und zwei Reihen von Beobachtungen mitzutheilen, welche den Unterschied der für α erhaltenen Werthe zeigen, gleichzeitig aber erkennen lassen, dass auch hier der Gang der Influenz im grossen und ganzen der gleiche ist, wie bei den andern Substanzen. Von den Platten hatte die Platte I eine Dicke von 10,93; Platte II von 13,58 Mm.

Tabelle XVI.

Schellackplatte I und II.

Zeit.	Werth von α für Platte				
	I	I	I	II	II
1′	0,7094	—	0,6946	0,5929	0,5998
4′	0,7723	0,6804	0,7383	0,6329	0,6300
8′	0,7920	0,7025	0,7620	0,6554	0,6446
16′	0,8148	0,7373	0,7870	0,6832	0,6650
24′	0,8321	0,7505	0,7900	0,6946	0,6747
32′	0,8356	0,7650	0,7946	0,6990	0,6839
40′	—	—	0,7987	0,7016	0,7033
48′	—	—	—	0,7033	0,7099
56′	—	—	—	0,7087	0,7099

Für die Platte II wurden dann nach der zweiten Methode unter andern folgende Werthe erhalten.

Dauer der Ladung.	Vorzeichen der Ladung und Lage der Platten		α
10″	normal	—	0,5639
10″	umgekehrt	—	0,6032
10″	umgekehrt	+	0,6277
10″	normal	+	0,6185
0″, 5	normal	—	0,5933
0″, 5	umgekehrt	—	0,6130
10″	normal	—	0,6757
1′ —	normal	—	0,7585
3 Stunden	normal	—	0,9405
2 „	normal	—	0,9369

Für Platte I ergab ein Versuch nach 1,5 Stunden $\alpha = 0,9107$.

Nach der zweiten Methode wurde noch eine dritte Platte untersucht, deren Dicke 7,7 Mm. war, sie ergab am 11. und 13. Juni 1876 folgende Werthe von α.

Dauer der Ladung	Vorzeichen der Ladung und Lage der Platten		α
0″, 5	normal	—	0,5998
0″, 5	umgekehrt	—	0,5946
10″	normal	—	0,6530
10″	normal	+	0,6472
1′ —	normal	—	0,6834
2′ —	normal	—	0,6907
0″, 5	normal	—	0,6129
0″, 5	umgekehrt	—	0,6039
0″, 5	umgekehrt	+	0,6199
0″, 5	normal	+	0,6269
1 Stunde	normal	+	0,8358

25.

Schliesslich theile ich noch die an zwei Spiegelglasplatten gemachten Beobachtungen mit, von denen die eine 7,52, die andere 1,18 Mm. dick war. Die Platten waren, um die in Folge der Hygroskopie des Glases zu befürchtende Oberflächenleitung möglichst unschädlich zu machen, mit braunem Schellackfirniss überzogen. Die folgende Tabelle XVII enthält zunächst die mit dem Sinuselektrometer für beide Platten enthaltenen Werthe.

Tabelle XVII. Spiegelglas.

Zeit	Werthe von α für	
	Platte I	Platte II
0′ 20″	0,7946	0,8415
40″	0,8274	0,8526
1′ —	0,8475	0,8825
2′ —	0,8765	0,9413
3′ —	0,8968	0,0080
4′ —	0,9118	0,9857
6′ —	0,9461	—
8′ —	0,9603	—
12′ —	0,9753	—

Bei der dünnern Platte ist nach 3 Minuten die Influenz schon ebenso stark als in einem Leiter, bei der dicken Platte ist derselbe Werth nach 12′ noch nicht erreicht. Ich bemerke indess, dass bei der Kleinheit der Ablenkungen am Sinuselektrometer, die nur etwa 30′ betrugen, die letzten Werthe von α unsicher sind, wie das ja auch schon die letzten Werthe bei Platte II erkennen lassen.

Dass indess bei diesen Glasplatten in der That schon nach kurzer Zeit der Werth von α der Einheit sehr nahe kommt, das zeigten auch die Versuche nach der zweiten Methode, welche gleichzeitig wieder das hier sehr rasche Wachsen von α bei öfterer Wiederholung der Influenz erkennen lassen.

Tabelle XVIII.

Glasplatte 7,52 Mm.

Dauer der Ladung	10. Juni 1876 Vorzeichen und Lage der Platte	α	Dauer der Ladung	26. Juni 1876 Vorzeichen und Lage der Platte	α
0″, 5	normal +	0,7361	0″, 5	normal +	0,8078
0″, 5	„ +	0,7873	0″, 5	„ —	0,8581
0″, 5	„ —	0,8066	0″, 5	„ +	0,8539
0″, 5	„ +	0,8206	0″, 5	„ —	0,8630
0″, 5	umgekehrt +	0,8230	10″	„ +	0,9223
0″, 5	„ —	0,8216	10″	„ —	0,9288
0″, 5	normal —	0,8280	10″	„ +	0,9358
0″, 5	„ +	0,8169	10″	„ +	0,9224
0″, 5	umgekehrt +	0,8335	1′	„ +	0,9432
0″, 5	normal +	0,8339	10″	„ —	0,9276
10″	„ +	0,8854	1′	„ —	0,9600
10″	umgekehrt +	0,8854	1′	„ +	0,9420
			2′	„ +	0,9699
			1′	„ —	0,9537
			2′	„ +	0,9796

Aehnlich war das Verhalten der dünnen Glasplatte, nur dass bei dieser nach mehrfacher Influenzirung sich schon bei einer Dauer der Influenz von 10″ Werthe von α ergaben, welche der Einheit ziemlich nahe kamen.

In Betreff des Ganges der Influenz im Glase möge es mir gestattet sein, zu bemerken, dass sich für die in meiner schon vorhin erwähnten kleinen Untersuchung über den elektrischen Rückstand benutzten Spiegelglasplatten ein ganz ähnlicher Gang für α ergibt wie für das hier benutzte 7,5 Mm. dicke Glas. Für das damals zu den Versuchen benutzte Fensterglas ergibt sich dagegen ein sehr viel langsameres Wachsen von α.

26.

Ueberblicken wir das hier vorgeführte ziemlich ausgedehnte Beobachtungsmaterial für den Gang der Influenz in den Isolatoren mit wachsender Zeit, so ist der im grossen und ganzen übereinstimmende Gang in den verschiedenen Isolatoren nicht zu verkennen. Bei allen wächst die Influenz ganz beträchtlich, wenn auch nicht im gleichen Masse, und bei allen ist die Zunahme im Anfang eine sehr viel raschere als später, so dass bei allen der Werth von α sich einer bestimmten Grenze nähert, der von der Natur des Isolators abhängig zu sein scheint, bei einzelnen aber gleich 1 ist.

Unter gewissen einfachen Voraussetzungen lässt sich leicht aus der Theorie der Influenz ableiten, in welcher Weise α mit der Zeit sich ändern muss, wie das unter andern in ähnlicher Weise schon von Kohlrausch und Herrn von Bezold bei ihren Untersuchungen über den elektrischen Rückstand geschehen ist. Setzen wir einen plattenförmigen Ansammlungsapparat voraus, dessen Radius gegen den Abstand der Platten hinreichend gross ist, so ist, wenn h die Dichtigkeit der Elektricität auf der nicht abgeleiteten Collectorplatte ist, der Werth des Potentials zwischen den Platten im Abstande x von der Collectorplatte

$$V_x = 4\pi h (\delta - x)$$

wenn der Zwischenraum zwischen den Platten mit Luft gefüllt ist. Ist der Zwischenraum mit einem Isolator ausgefüllt, auf dessen den leitenden Platten zugewandten Flächen in Folge der Influenz zur Zeit t die elektrischen Dichtigkeiten $\mp \alpha h$ sind, so wird das Potential im Abstande x

$$V_x = 4\pi h (1 - \alpha) (\delta - x).$$

Für die im Innern des Isolators wirksame, die negative Elektricität gegen die eine die positive gegen die andere Grenzfläche des Isolators parallel der Richtung α treibende Kraft ergibt sich daraus

$$\mp \frac{dV_x}{dx} = 4\pi h\,(1-\alpha).$$

Setzen wir nun voraus, dass die Elektricität in dem Isolator in ähnlicher Weise bewegt wird, wie in einem Leiter, und nennen die Leitungsfähigkeit des Isolators, also die Elektricitätsmenge, welche durch die Flächeneinheit des Isolators parallel der Richtung x nach beiden Seiten hindurchtritt, wenn der Werth des Potentials für die Längeneinheit um die Einheit abnimmt k, so wird parallel der Richtung x durch die Flächeneinheit des Isolators in dem Zeitelement dt die Elektricitätsmenge

$$dq = \mp k \frac{dV_x}{dx} dt$$

hindurchgehen. In Folge dessen wächst die elektrische Dichtigkeit auf den Grenzflächen des Isolators um $hd\alpha$, so dass

$$hd\alpha = dq$$

somit

$$hd\alpha = 4\pi h \,.\, k \,.\, (1-\alpha)\,dt$$

oder

$$d\alpha = 4\pi \,.\, k \,.\, (1-\alpha)\,dt.$$

Nach dieser Gleichung müsste α bis zu dem Werthe 1 wachsen, was nach den vorliegenden Erfahrungen nicht allgemein der Fall zu sein scheint.

Dieser Erfahrung tragen wir Rechnung, wenn wir die Annahme machen, dass in jedem Isolator der Scheidung der Elektricitäten eine gewisse von der Natur des Isolators abhängige Gegenkraft entgegenwirkt, die man als eine molekulare Anziehung auf die getrennten Elektricitäten betrachten kann. Diese Kraft kommt zur Wirkung sowie die beiden Elektricitäten geschieden sind und nimmt zu mit der Menge resp. Dichtigkeit derselben. Damit würde dann die Menge der in dem Zeitelement dt durch die Querschnitts-

einheit des Isolators nach beiden Seiten hindurchgehende Elektricitätsmenge nicht einfach der scheidenden Kraft sondern der Differenz dieser und jener molekularen Gegenkraft proportional zu setzen sein, oder es wäre

$$dq = \mp k \left(\frac{dV_x}{d_x} - \mu' \alpha h \right) dt$$

worin $\mu'\alpha h$ jene der Dichtigkeit, αh der geschiedenen Elektricitäten proportionale Gegenkraft, also μ' eine von der Natur des Isolators abhängige Constante ist.

Damit würde dann

$$dq = h\, d\alpha = k \,.\, 4\pi h\, (1 - \alpha - \mu\alpha)\, dt$$

wenn wir $\mu = \frac{\mu'}{4\pi}$ setzen, oder

$$d\alpha = k \,.\, 4\pi \,.\, (1 + \mu) \left(\frac{\alpha}{1 + \mu} - \alpha \right) dt.$$

Setzen wir nun $\frac{1}{1 + \mu} = \varepsilon$, $4\pi k\, (1 + \mu) = c$, so ist

$$d\alpha = (\varepsilon - \alpha)\, c\, dt$$

und man sieht, dass der schliesslich erreichte Werth von α nicht 1 sondern ε ist.

Hiernach ergibt sich α aus der Gleichung

$$\frac{d\alpha}{\varepsilon - \alpha} = c\, dt$$

Ist nun α_0 der der Zeit $t = o$ entsprechende Werth von α so folgt

$$\log \frac{\varepsilon - \alpha_0}{\varepsilon - \alpha} = c \,.\, t$$

oder

$$\varepsilon - \alpha = (\varepsilon - \alpha_0)\, e^{-ct} = (\varepsilon - \alpha_0)\, a^{-t}$$

Der der Zeit $t = o$ entsprechende Werth α_0 braucht auch, wenn man die Isolatoren nicht als Dielektrica be-

trachtet nicht gleich 0 zu sein, da schon eine molekulare und desshalb in unmessbar kleiner Zeit stattfindende Verschiebung der beiden Elektricitäten eine messbare Elektrisirung des Isolators zur Folge haben kann.

Unter diesen Voraussetzungen müssten also die Differenzen zwischen dem Grenzwerthe und den zur Zeit t erreichten Werthen von α für gleiche Zeitunterschiede einer geometrischen Reihe angehören, deren Coefficient a um so grösser ist, je grösser die Leitungsfähigkeit des Isolators ist.

27.

Eine Uebereinstimmung zwischen der soeben abgeleiteten Beziehung, deren strenge Richtigkeit vorausgesetzt, und den zu verschiedenen Zeiten beobachteten Werthen von α kann nur für die mit dem Sinuselektrometer erhaltenen Reihen erwartet werden, da sich gezeigt hat, dass im Sinne der obigen Gleichung die Leitungsfähigkeit des Isolators zu verschiedenen Zeiten eine sehr verschiedene sein kann. Dieser Umstand bewirkt, dass die mit dem Torsionselektrometer erhaltenen Zahlen jener Beziehung nicht entsprechen können. Denn bestimmt man die einer verschieden langen Dauer der Influenz angehörenden Werthe aus den Beobachtungen verschiedener Tage, so weiss man nicht ob die Leitungsfähigkeit des Isolators dann immer dieselbe war, da wie schon hervorgehoben wurde, auch bei annähernd gleichem Feuchtigkeitszustande der Luft, sich noch merkliche Unterschiede in dem Gange der Werthe bei den mit dem Sinuselektrometer erhaltenen Reihen finden. Der Bestimmung von α aus unmittelbar auf einander folgenden Versuchen, bei denen man die Influenz eine verschiedene Zeit dauern lässt, tritt der aus allen Versuchen sich ergebende Umstand hindernd entgegen, dass auch bei gleicher Dauer der Influenz bei aufeinander folgenden Versuchen die

Werthe von α ganz beträchtlich wachsen. Nur die Beobachtungen einer und derselben Reihe, wie sie mit dem Sinuselektrometer erhalten wurden, sind also mit einander vergleichbar; dasselbe gilt mit sehr grosser Annäherung auch für die aus einer Anzahl von Reihen für dieselbe Platte erhaltenen Mittelwerthe, wenn die Quotienten der Reihen, wie hier meist, nur wenig von einander und von 1 verschieden sind, indem dann die mittlern Werthe der Reihen ebenfalls als einer geometrischen Reihe angehörend betrachtet werden können, deren Quotient gleich ist dem Mittelwerthe der Quotienten der einzelnen Reihen.

Aber auch dann kann die Uebereinstimmung besonders der den kleinern Zeiten angehörigen Werthe nach dem frühern und hauptsächlich nach den Bemerkungen des § 15 nur eine angenäherte sein; die anfänglichen Werthe müssen und zwar zumeist bei den dickern Platten zu klein sein, weil sich bei diesen der Einfluss der Begrenzung der Platten bemerkbar macht. Dazu kommt dann, wie früher hervorgehoben wurde, dass bei dem Beginne der Versuche stets von den Glasstäbchen, welche die Collectorplatte trugen, etwas Elektricität auf die Platten zurückkehrte. Alles dieses in Betracht gezogen ergibt sich, dass die beobachteten Werthe von α sich vortrefflich durch die obige Gleichung darstellen lassen. Dass damit kein strenger Beweis für die Richtigkeit unserer Theorie gegeben wird, versteht sich von selbst, da die beobachteten Werthe immer nur ein kleines Stück der Curve umfassen, wenn auch gerade das Stück, welches am stärksten gekrümmt ist. Es genügt indess zu erkennen, dass die gefundenen Werthe jener Theorie hinreichend entsprechen, um in der Grösse von α ein Mass für die in obige Gleichungen eingehende Leitungsfähigkeit der Isolatoren zu erhalten.

Für Ebonit benutzte ich zur Vergleichung der Theorie mit der Erfahrung die an der dünnsten Platte, No. III,

erhaltenen Werthe, denen ich für die Zeit von 20 bis 40 Minuten die an Platte V und VI erhaltenen Werthe hinzufüge, da sich dort der Einfluss der Plattendicke wohl kaum mehr bemerklich macht.

Mit Benutzung der so vorhandenen Werthe von der 3 Minute an, ergibt sich für Ebonit

$$\varepsilon = 0{,}9584 \qquad \alpha_0 = 0{,}6141 \qquad \log a = 0{,}00650$$
$$a = 1{,}0151$$

In der folgenden Tabelle sind die beobachteten und berechneten Werthe zusammengestellt.

Tabelle XIX.

Werthe von α für Ebonit.

Zeit	α beob.	α ber.	Δ
1′	0,5920	0,6198	—
2′	0,6092	0,6247	—
3′	0,6213	0,6297	+ 84
4′	0,6303	0,6346	+ 43
6′	0,6456	0,6441	— 15
8′	0,6641	0,6534	— 107
12′	0,6752	0,6771	+ 19
16′	0,6876	0,6878	+ 2
20′	0,7039	0,7035	— 4
24′	0,7246	0,7183	— 63
28′	0,7334	0,7323	— 11
32′	0,7374	0,7453	+ 79
36′	—	0,7578	—
40′	0,7505	0,7697	+ 189

Für Paraffin benutzte ich zur Berechnung die an Platte IV gefundenen Werthe, ferner für Zeiten grösser als 20′ die an den andern Platten erhaltenen dazu noch einen in Tabelle XV nicht angegebenen Werthe für 90′ an Platte IV. Es ergab sich

$$\varepsilon = 0{,}8000 \qquad \varepsilon - \alpha_0 = 0{,}3081. \qquad \log a = 0{,}00344$$
$$a = 1{,}0080$$

Tabelle XX.

Werthe von α für Paraffin.

Zeit	α beob.	α ber.	Δ
1'	0,4933	0,4943	+ 10
4'	—	0,5016	—
8'	0, 5049	0,5109	+ 60
12'	0,5205	0,5198	+ 7
20'	0,5449	0,5369	— 80
28'	0,5509	0,5532	+ 23
40'	0,5789	0,5756	— 33
60'	0,6010	0,6085	+ 75
80'	0,6427	0,6365	— 52
90'	0,6474	0,6490	+ 16

Die an der dickern Spiegelglasplatte mit dem Sinuselektrometer erhaltene Reihe lässt sich schon von der zweiten Minute an sehr gut darstellen mit den Constanten

$$\varepsilon = 1 \qquad \varepsilon - \alpha_0 = 0{,}1629 \qquad \log a = 0{,}07000$$
$$a = 1{,}175$$

Von den an der Schwefelplatte erhaltenen Reihen liegen in der ersten die Werthe so nahe zusammen, dass log a kaum von 0 verschieden ist, das rasche Anwachsen der zweiten ist deshalb ohne Zweifel einer starken Oberflächenleitung zuzuschreiben. Nichtsdestoweniger lassen sich die von der dritten Minute an beobachteten Werthe sehr gut darstellen mit den Constanten

$$\varepsilon = 1 \qquad \varepsilon - \alpha_0 = 0{,}3766 \qquad \log a = 0{,}01056$$
$$a = 1{,}0244$$

In folgender Tabelle XXI sind die beobachteten und berechneten Werthe für Glas und Schwefel zusammengestellt.

Tabelle XXI.

Zeit	α für Glas			α für Schwefel		
	beob.	ber.	Δ	beob.	ber.	Δ
1′	0,8475	0,8621	+ 146	0,6060	0,6325	—
2′	0,8765	0,8826	+ 61	0,6299	0,6413	—
3′	0,8968	0,9002	+ 34	0,6488	0,6499	+ 11
4′	0,9118	0,9150	+ 32	0,6632	0,6583	— 49
6′	0,9461	0,9384	— 77	0,6762	0,6745	+ 17
8′	0,9606	0,9554	— 52	0,6852	0,6900	+ 48
12′	0,9753	0,9771	+ 18	0,7185	0,7187	+ 2

Schliesslich lassen sich die bei den beiden Schellackplatten erhaltenen Werthe von α hinreichend genau mit folgenden Constanten darstellen um in dem Logarithmus von a ein Mass für die Leitungsfähigkeit dieser Gemenge von Schellack und venetianischem Terpentin zu erhalten.

Eür Platte I ist $\varepsilon = 1$ $\varepsilon - \alpha_0 = 0{,}2678$ $\log a = 0{,}00411$
$a = 1{,}0095$

Für Platte II ist $\varepsilon = 1$ $\varepsilon - \alpha_0 = 0{,}3385$ $\log a = 0{,}00126$
$a = 1{,}0030$

Tabelle XXII.

Schellackplatte I und II.

Zeit	α für Platte I.			α für Platte II		
	beob.	ber.	Δ	beob.	ber.	Δ
4′	0,7303	0,7421	+ 148	0,6315	—	—
8′	0,7522	0,7517	— 5	0,6500	0,6693	+ 193
16′	0,7797	0,7700	— 97	0,6741	0,6769	+ 24
24′	0,7908	0,7868	— 40	0,6846	0,6843	— 3
32′	0,7984	0,7977	— 7	0,6915	0,6914	— 1
40′	—	—	—	0,7024	0,6986	— 38
48′	—	—	—	0,7066	0,7055	+ 11
56′	—	—	—	0,7093	0,7122	+ 29

Die Tabellen zeigen, dass in der That der Verlauf der Influenz in den untersuchten Isolatoren dem im vorigen § gemachten Voraussetzungen entspricht, selbst die Abweichungen der beobachteten und berechneten Zahlen entsprechen nach den vorhin gemachten Bemerkungen der Theorie; die im spätern Verlaufe der Influenz, in welchem der Einfluss der Dicke immer mehr zurücktreten muss, sich findenden Unterschiede zwischen Beobachtung und Rechnung überschreiten nirgend die unvermeidlichen Beobachtungsfehler.

Wir können also die mit der Zeit wachsende Influenz in den Isolatoren als eine Bewegung der Elektricität in einem Mittel von sehr geringer Leitungsfähigkeit auffassen, der aber in manchen Isolatoren eine merkliche Gegenkraft entgegenwirkt, welche von der Natur des Isolators abhängig ist, und die desshalb als eine molekulare zu bezeichnen ist. Von der Grösse dieser Gegenkraft hängt der Grenzwerth ab, welchem sich die Influenz nähert.

Die die Schnelligkeit des Wachsens der Influenz bedingende Leitungsfähigkeit des Isolators ist nach den Versuchen zu verschiedenen Zeiten nicht unbeträchtlich verschieden. Als Grund dieser Verschiedenheit können wir nur eine verschieden grosse Oberflächenleitung ansehen, wie das ja auch aus dem Einfluss der Feuchtigkeit zu schliessen ist, der in einzelnen Fällen ein sehr schnelles Wachsthum der Influenz zur Folge haben kann z. B. bei der Reihe II für die Ebonitplatte IV und bei der zweiten Reihe für Schwefel. Deshalb wird überhaupt auf die Zunahme der Influenz die Oberflächenleitung einigen Einfluss haben, der indess bei trocknem Wetter wohl nicht sehr gross ist, wie die sonst nahe Uebereinstimmung der an denselben Substanzen gefundenen Werthe zu verschiedenen Zeiten zeigen.

Einen eigenthümlichen Einfluss auf die Leitungsfähigkeit der Isolatoren zeigt die in kurzen Zwischenräumen

vorgenommene Wiederholung der Influenz, die Leitungsfähigkeit wächst dann nicht unbeträchtlich, wie wenn durch öfteres Hin- und Herbewegen der Elektricität dieselbe beweglicher würde, eine Beweglichkeit, die sie aber bei längerer Ruhe wieder verliert.

28.

In der Einleitung hob ich hervor, dass es mir schiene, als könnten die beabsichtigten Versuche uns auch einigen Aufschluss darüber geben, wo wir die Isolatoren als Dielektrica im Sinne der Faraday'schen Theorie anzusehen hätten; also als zusammengesetzt aus vollkommen leitenden Molekülen die durch nicht oder nur sehr unvollkommen leitende Zwischenräume getrennt sind, oder ob die Isolatoren nur schlechte Leiter sind. In der That scheinen mir die Versuche darüber eine ganz unzweideutige Auskunft zu geben, und zwar, wie ich es offen gestanden noch im Laufe der Untersuchung nicht erwartete, zu Gunsten der Faraday'schen Auffassung. Es ergibt sich das mit Nothwendigkeit aus einer Vergleichung der aus unsern Versuchen sich ergebenden Werthe von α_0 der Werthe für die Zeit $t = o$ und den Leitungsfähigkeiten der Isolatoren.

Ist nämlich der Werth der Influenz zur Zeit $t = o$ als der Beginn der ganzen Influenzwirkung zu betrachten, so zwar, als er die erste in unmessbar kleiner Zeit stattfindende Scheidung der Elektricitäten nur auf molekulare Distanzen in demselben Medium angibt, in welchem dann im weiteren Verlauf der Influenz die Elektricitäten nach Massgabe der Leitungsfähigkeiten schneller oder langsamer auseinandertreten, so muss nothwendig die momentane Influenz der durch den weitern Verlauf derselben messbaren Leitungsfähigkeit proportional sein, eben weil dann die erste Bewegung der Elektricität in demselben Medium stattfindet,

in welchem sich auch die weitere Scheidung vollzieht. Zeigt sich ein solcher Zusammenhang zwischen den Werthen von α_0 und der Leitungsfähigkeit nicht, so sind wir genöthigt zu schliessen, dass die momentane Influenz als ein ganz anderer Vorgang anfzufassen ist, als die fortdauernde, oder dass, wie es die Faraday'sche Auffassung annimmt, in den Isolatoren zweierlei vorhanden ist, vollkommen leitende Moleküle in einem schlechtleitenden Zwischenmittel.

Dabei kann es nicht von Bedeutung sein, ob zur eigentlichen Leitung des Isolators eine Oberflächenleitung hinzukommt oder nicht, da diese nur als eine Verbesserung der Leitungsfähigkeit zu betrachten ist, welche im ersten Momente ebenso vollständig zur Wirkung kommt als später.

Da zeigt sich nun zunächst, dass bei einer und derselben Substanz das durch die Oberflächenleitung bedingte schnellere oder langsamere Wachsen der Influenz auf den der Zeit $t = o$ entsprechenden Werth nur einen sehr geringen Einfluss hat. Ich hebe zum Beweise dessen die Extreme hervor. Die Reihe II für die Ebonitplatte IV wächst soviel rascher als die im vorigen § berechneten Werthe von Platte III, dass der die Leitungsfähigkeit messende log a einen fast 5 fachen Werth hat. Für a_0 ergibt sich aber nur etwa 0,65 anstatt 0,614, den für Ebonit aus Platte III gefundenen Werth. Ebenso zeigen die beiden für die Schwefelplatte gefundenen Reihen einen äusserst grossen Unterschied in den Leitungsfähigkeiten, die anfänglichen Werthe sind aber in der langsamer ansteigenden Reihe sogar grösser als in der rascher steigenden Reihe.

Noch deutlicher tritt es hervor, dass gar keine Beziehung zwischen den aus den Beobachtungen sich angebenden Werthen von α_0 und den in dem Anwachsen der Influenz messbaren Leitungsfäkigkeiten der Isolatoren besteht, wenn man die für die verschiedenen Substanzen sich ergebenden

Werthe von α_0 mit den Leitungsfähigkeiten zusammenstellt. Die letztern ergeben sich, da nach § 26 gesetzt wurde

$$k \,.\, 4\pi(1 + \mu) = c\,;\; e^c = a$$

$$k = \frac{\log a}{4\pi(1 + \mu)\log e}$$

Im folgenden stelle ich die gefundenen Werthe von α_0, dieselben geordnet nach ihrer Grösse, und die nach dieser Gleichung berechneten Leitungsfähigkeiten der untersuchten Platten zusammen.

Substanzen	α_0	k
Paraffin	0,4919	0,00050
Ebonit	0,6141	0,00114
Schwefel	0,6234	0,00193
Schellack II	0,6614	0,00019
Schellack I	0,7322	0,00075
Glas	0,8371	0,01287

Ein Blick auf diese Zusammenstellung zeigt auf das unzweideutigste, dass zwischen den Werthen von α_0 und denjenigen von k gar keine Beziehung besteht, dass grössern Werthen von α_0 kleinere Werthe von k entsprechen können und dass bei annähernd gleichen Werthen von α_0 die Leitungsfähigkeiten sehr verschieden sein können.

Wir müssen also schliessen, dass die momentane Influenz ein Vorgang anderer Art ist, als die allmählich wachsende Influenz, resp. da sie von der Leitungsfähigkeit des Isolators sich ganz unabhängig zeigt, dass die momentane Influenz in ganz andern Molekülen stattfindet als die allmählich wachsende, wir werden also zu der Faradayschen Auffassung der Isolatoren als Dielektrica geführt, als bestehend aus vollkommen leitenden Molekülen in einem unvollkommen leitenden Zwischenmittel. Anstatt des letztern würde man auch in der Art wie es Kohlrausch und Herr Clausius ansehen eine Drehung der elektrischen Moleküle und eines in

Folge dessen eintretenden Wachsens des elektrischen Momentes annehmen können, was im Effect auf dasselbe hinauskommt. Die Leitungsfähigkeit, die vorhin nach der einfachern Anschauung eingeführt wurde, würde dann eine geringere oder grössere Beweglichkeit der Moleküle bedeuten. Auf diese Fragen will ich hier aber nicht eingehen.

Zur Bestimmung der Dielektricitätsconstanten

$$D = \frac{1}{1 - \alpha_0}$$

sind strenge genommen nur die für Paraffin und Ebonit gefundenen Werthe geeignet, da nur bei diesen beiden Substanzen die Platten so dünn waren, dass man den Einfluss der Dicke vernachlässigen kann. Da sich indess bei diesen gezeigt hat, dass die für grössere Zeiten erhaltenen Werthe sich ganz in die für die dünnern Platten gefundenen Werthe einordnen, so werden auch die für die andern Substanzen aus den Werthen von α_0 abgeleiteten Dielektricitätsconstanten nicht weit von der Wahrheit abweichen. Der für Schwefel sich ergebende Werth muss nach der Dielektricitätstheorie mit 1,05 multiplicirt werden, da nach § 11 die Schwefelplatte 0,048 Hohlräume enthielt. Für die Schwefelplatte habe ich die Constante noch in anderer Weise berechnet. Da die Platte fast genau die gleiche Dicke wie die Ebonitplatte V hatte, so habe ich angenommen, dass der Mittelwerth für Schwefel nach 1 Minute sich zu dem Werthe von α_0 für Schwefel verhalte wie der Mittelwerthe des nach 1 Minute für Ebonitplatte V erhaltenen Werthes zu α_0, für Ebonit. Der sich so aus den mitgetheilten und einigen andern Beobachtungen für Schwefel nach einer Minute befundenen Werthe $\alpha = 0{,}5920$ ergebende Werthe für Schwefel ist neben den aus dem oben angeführten α_0 berechneten gestellt. Die Werthe sind dann

Substanzen	D
Paraffin	1,96
Ebonit	2,56
Schwefel	2,88 — 3,21
Schellack II	2,95
Schellack I	3,73
Glas	6,10

Für Paraffin erhielten Barckley und Gibson [7]) 1,976, Boltzmann [8]) 2,32, Schiller [9]) 1,81 bis 2,47 je nach Verschiedenheit der Präparate und verschiedener Dauer der Ladung, für Ebonit Boltzmann 3,15, Schiller 2,21—2,76. Für Schwefel Siemens [10]) 2,9, Boltzmann 3,84, für weisses Spiegelglas erhielt Schiller 5,83—6,34. Man sieht die obigen Werthe liegen zwischen den von den andern Experimentatoren für die gleichen Substanzen gefundenen. Für die Constanten des Schellack ist zu beachten, dass sie für nicht näher zu definirende und verschieden zusammengesetzte Gemenge von Schellack und venetianischen Terpentin gelten.

Aachen d. 19. Februar 1877.

---

7) Barklay und Gibson. Philosophical Magazin IV ser. vol. XLI.

8) Boltzmann. Poggend. Ann. Bd. CLI.

9) Schiller. Poggend. Ann Bd. CLII. Die grösste von Schiller benutzte Ladungsdauer ist 0,02, die kleinste 0,0001 Secunde etwa.

10) Siemens. Poggend. Ann. Bd. CII.

Herr Professor Zittel legt vor und bespricht die Abhandlung:

„Neue Beobachtungen über Ozon in der Luft der Libyschen Wüste von P. Ascherson."

Als ich auf meiner im Frühjahr 1876 im Auftrage des Dr. G. Schweinfurth ausgeführten Reise nach der Kleinen Oase (Uah-el-Beharieh) in der Libyschen Wüste München passirte, forderte mich Prof. K. Zittel auf, die von ihm zwei Jahre früher während der Rohlfs'schen Expedition gemachten Ozon-Beobachtungen [1]) wieder aufzunehmen. Ich unterzog mich dieser Aufgabe um so lieber, als sowohl das von mir durchzogene Gebiet sich räumlich an das der früheren Reise anschliesst, als auch der Jahreszeit nach meine Beobachtungsreihe die unmittelbare Fortsetzung der Zittel'schen bildet, welche die Monate Januar bis März umfasst, während die meinige sich noch bis Mitte Mai erstreckt.

Es wurden mir von Prof. Zittel zu diesem Zwecke der Rest der Reagenzpapiere, sowie die Schönbein'sche 10theilige Scala, welche seinen Beobachtungen gedient hatten, zur Verfügung gestellt. Meine Beobachtungen geben

---

[1]) Sitzungsber. der math.-phys. Classe, 4. Juli 1874, S. 215—230.

keinen Anlass, anzunehmen, dass die Empfindlichkeit der ersteren durch die zweijährige Aufbewahrung abgenommen habe. [1])

Die Beobachtungen wurden möglichst in derselben Weise gemacht, wie Prof. Zittel die seinigen angestellt hat. Die Exposition der Reagenzstreifen dauerte stets 12 Stunden; in der Regel fand der Wechsel derselben um 6 Uhr Abends und Morgens statt; es empfiehlt sich den Vergleich des angefeuchteten Papierstreifens mit der Farbenscala bei Tageslicht vorzunehmen. Der Mangel an Uebereinstimmung in der Farbennuance der letzteren mit dem Violett des durch das frei gewordene Jod gefärbten Stärkepapiers war auch für mich Anfangs störend; doch gelingt es nach einiger Uebung, durch successiven Vergleich die entsprechende Farbenstufe sicher zu bestimmen. Während der Wüstenmärsche konnten nur Nachtbeobachtungen gemacht werden; im Nilgebiet dagegen (Benisuêf, Medînet-el-Fajûm, Cairo) und in der Oase (Bauiti) war es möglich, auch am Tage vor dem directen Sonnenlicht geschützte und dabei hinlänglich dem Luftzuge zugängliche Beobachtungspunkte zu benützen. In Benisuêf und Bauiti waren dieselben nahe genug der Peripherie der Ortschaft gelegen, um den Verdacht einer die Ozon-Reaction schädigenden Verunreinigung der Luft auszuschliessen. Weniger möchte dies von den in mitten volkreicher Städte angestellten Beobachtungen von Fajûm und Cairo zu behaupten sein; die auffallend schwache Reaction, welche durch die Tagesbeobachtungen an ersterer Station constatirt wurde, deutet in der That auf einen von mir übrigens nicht auf seine Ursache zurück-

---

[1]) Die Papiere wurden im hygienischen Institut des Herrn Geheimrath von Pettenkofer durch Herrn Dr. Wolffhügel mehrfachen Controlversuchen unterworfen und erwiesen sich als vollständig unverändert.

Zittel.

geführten schädlichen Einfluss; die Nachtbeobachtungen daselbst weichen nur unerheblich von denen in Benisuêf, der zunächst zu vergleichenden Station, ab. Die Beobachtungen, welche ich im Hôtel du Nil in Cairo anstellte, habe ich nicht ausschliessen wollen, da in der Beobachtungsperiode ein in so später Jahreszeit ungewöhnliches meteorologisches Ereigniss stattfand, nämlich ein starker Regenfall bei Nordwind, welcher im ägyptischen Nilthal, aufwärts mindestens bis Siut, beobachtet wurde, während gleichzeitig in Europa jene verspäteten Fröste eintraten, die der Land- und zum Theil auch der Forstwirthschaft so erhebliche Nachtheile zugefügt haben.

Auf besondern Wunsch von Prof. Zittel habe ich schon auf der Ueberfahrt zwischen Triest und Alexandrien Ozon-Beobachtungen angestellt, die allerdings, wohl wegen des theilweise ungünstigen Wetters, geringere Zahlen ergaben als die von ihm auf der Fahrt von Alexandrien nach Messina im April 1874 aufgezeichneten Beobachtungen.

Da von den 106 Beobachtungen, welche überhaupt gemacht wurden, nur 10 isolirte Nachtbeobachtungen in der Wüste sind, hielt ich es nicht für erforderlich, Tag- und Nachtbeobachtungen zu scheiden, sondern habe sämmtliche Aufzeichnungen, chronologisch und geographisch geordnet, in nachfolgender Tabelle zusammengestellt. Die meteorologischen Beobachtungen, welche ich nach Zittel's Vorgange beigefügt habe, wurden für die Wüste, Fajûm und die kleine Oase von mir selbst aufgezeichnet; die von Benisuêf verdanke ich der Güte des Dr. P. Güssfeldt, welcher auch so freundlich war, aus den mir von Herrn A. Pirona gütigst mitgetheilten Beobachtungen der chedivischen meteorologischen Station auf der Sternwarte zu Abassîeh bei Cairo, für Mai 1876 die relative Feuchtigkeit zu berechnen. Ich bedaure sehr, dass meine Aufzeichnungen über Himmels-

beschaffenheit, Wind-Richtung und Stärke, namentlich für die Nächte, viele Lücken haben, und dass ich kein Instrument besass, um die Luftfeuchtigkeit, welche von allen meteorologischen Einflüssen die innigsten Beziehungen zum Ozongehalt der Luft besitzt, selbst zu beobachten.

Die angegebenen Temperaturen (nebst relativer Feuchtigkeit) beziehen sich im Grossen und Ganzen für die Tagbeobachtungen auf die Zeit zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags, für die Nachtbeobachtungen auf die um Sonnenaufgang, und zwar in Cairo auf die Stunden 3 Uhr Nachmittags und 6 Uhr Früh; in Benisuêf beobachtete Dr. Güssfeldt zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags und zwischen 7 und 7 Uhr 30 Minuten Früh. Was meine eigenen Aufzeichnungen betrifft, so habe ich für die Nacht die am Morgen gemachte Ablesung des Minimum-Thermometers, oder falls eine solche fehlt, die gegen Sonnenaufgang gemachte niedrigste Ablesung mitgetheilt; für die Tagestemperatur sind fast überall Aufzeichnungen zwischen 2 und 3 Uhr vorhanden, in den wenigen Fällen, wo sie fehlten, wurde die höchste Ablesung mitgetheilt, welche sich in keinem Falle weit von dem Tagesmaximum entfernen dürfte. (Das Maximum-Thermometer wurde von mir zur Bestimmung der Insolation verwendet.)

Ozon-Beobachtungen

vom Februar bis Mai 1876.

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
1. Auf dem Meere zwischen Triest und Alexandrien:					
Februar					
27.	5		fast windstill		schön
27./28.	7				
28.	5				schön
28./29.	5				
29.	5				schön
29./1. M.	5				
März					
1.	5				Vormittag Regen, dann schön
1./2.	5				Regen
2. Benisuêf (Nilthal):					
11./12.	4	76	windstill	9,2	
12.	2	29	WNW mässig	21,1	klar
12./13.	4	65	OSO schwach	12,1	
13.	1				klar
13./14.	2	91	NW schwach	9,6	
14.	2	27	WNW mässig	24,0	klar
14./15.	4	85		10,4	Thau
15.	4	40	NW mässig	21,1	klar
15./16.	5	64		13,2	
3. Medînet-el-Fajûm:					
16./17.	6			14	
17./18.	5			14,5	

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
März					
18.	2		NW schwach	19,5	klar
18./19.	5			14,5	
19.	0		W schwach	21	Schleier, später klar
19./20.	2			16,5	
20.	1		fast windstill	28	klar, Abends etwas bewölkt
20./21.	0,5			16	
21.	0,5		fast windstill	25	mässig bewölkt (Cirrus)
21./22.	1			17,5	
22.	1		N stark (Nachmittag und Abend)	27	klar
22./23.	4			17	
4. Zwischen Fajûm und der Kleinen Oase:					
26./27. (In d. Oase Qaraq)	2		fast windstill	7	
27./28. (Rajân, etwas Vegetation)	2,5		W schwach	16	bewölkt
28./29.	2,5		W mässig	6	fast unbewölkt
29./30.	4		SW und W	19	bewölkt, Regen
30./31.	1		W mässig	19	
31./1. Apr. (Aîn Meallaqah, Quelle mit wenig Vegetation)	1,5			8,7	fast unbewölkt
5. In der Kleinen Oase (mit Ausnahme zweier alle Beobachtungen in Bauiti):					
April					
1./2.	2,5		WSW stark	16,5	von Staub getrübt
2.	1,5		WSW Vorm. stark, dann mässig	28	von Staub getrübt

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
April					
2./3.	2			16	von Staub getrübt
3.	1		fast windstill	25	bewölkt, etwas Regen
3./4.	2			20,5	
4.	2,5		SO stark	33	bewölkt, einige Regentropfen
4./5.	1			21	
5.	1			30	bewölkt, einige Regentropfen
5./6.	1,5			22,5	bewölkt
6.	4			29	bewölkt, Regen
6./7.	3		W stark	16	klar
7.	2,5		W stark	24,5	fast unbewölkt
7./8.	1,5			11	
8.	3		W mässig	26	Cirrus
8./9.	1		fast windstill	12,5	Cirrus
9.	1		S stark	30	Cirrus
9./10.	1,5		fast windstill	16	
10.	2			27	am Horizont Stratus, sonst einzelne Cirrus
10./11.	2		W	14,5	klar
11.	2		NW	23,5	klar
11./12.	2,5			10	
12.	2,5		NW mässig	22,5	fast unbewölkt
12./13.	4,5			9,5	
13.	4			23,5	fast unbewölkt
13./14.	3,5			11,5	
14.	1,5		N schwach	26	klar
14./15.	4,5			11,5	
15.	2,5		NW	27,5	klar
15./16.	2,5			13,5	
16.	1		S	29	Nachmittag bewölkt
16./17.	3,5			14	klar
17	4		N	26,5	Nachmittag bewölkt
17./18.	3			14,5	
18.	1,5		NW	29	Cirrus
18./19.	3,5			16	klar
19.	0		NW schwach	30	klar
19./20.	6,5		NW	15	Thau
21./22. (Hais)	4		NW	13	klar, Thau
22./23.	5		NW	16	klar
23.	2,5		NW	32,5	klar

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
April					
23./24.	2			15,5	
24.	1		NW schwach	35	klar
24./25.	1		NW stark	18,5	klar
25.	3		NW schwach	36,5	Nachmittag Cirrus
25./26.	4			18	
26.	0,5		NW	33,5	gegen Mittag bewölkt
26./27.	6		NW stark	16,5	bewölkt, Thau
27.	5		NW	30,5	klar
27./28.	3			16	
28.	2		NW	29	Nachmittag bewölkt
28./29.	2			20	bewölkt
29	3		NW	31	ziemlich unbewölkt
29./30.	5,5			14	Thau
30.	4		NW	27,3	Nachmittag bewölkt
30./1. M.	6			15,5	bewölkt
Mai					
1./2. (Mendischeh)	4			12	
6 Zwischen der Kleinen Oase und dem Nilthale bei Samalût:					
2./3. (Quelle Aîn Gelîd, mit wenig Vegetation)	1		NO	16	fast unbewölkt
3./4.	4,5		NO stark	14	fast unbewölkt
4./5.	6		NO stark	14	fast unbewölkt, Thau
5./6.	5,5		NO stark	14,5	klar, schwacher Thau
7. Cairo:					
9.	4	15		35,3	klar
9./10.	3	49		21,4	
10.	1	18		36,1	klar
12.	1	10		40,0	klar
12./13.	1	53		20,5	klar

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
Mai					
13.	3,5	28	Chamsin	32,1	schwacher Regen am Nachmittag
13./14.	6	77	N	20,0	starker Regen
14.	5	43	N	25,0	Morgens u. Abends Regen
14./15.	5	73	N	15,0	
15.	3,5	84	N	27,1	
15./16.	4,5	92	N	15,3	Regen
16.	3,5	34		31,4	Vormittag u. Nachmittag einige Regentropfen
16./17.	1.5	70		20.0	
18.	0,5	23		40,0	

Aus den in dieser Tabelle mitgetheilten Zahlen ergibt sich zunächst in Uebereinstimmung mit Zittel ein durchweg grösserer Ozongehalt der Luft in der Nacht als am Tage. Wenn wir die oben besprochenen abnorm grossen Unterschiede in Fajûm (Mittel aus 7 Nachtbeobachtungen 3,36; aus 5 Tagbeobachtungen 0,90) ausser Acht lassen, so betragen diese Zahlen für

Benisuêf	Nacht:	Mittel	aus	5	Beobachtungen	3,80,
„	Tag:	„	„	4	„	2,25.
Die Kleine Oase	Nacht:	„	„	28	„	3,125,
„	Tag:	„	„	26	„	2,29.
Cairo	Nacht:	„	„	6	„	3,50,
„	Tag:	„	„	7	„	2,80.

Wenn wir die Beziehungen der Ozon-Reaction zu den meteorologischen Bedingungen erforschen wollen, so tritt uns allerdings die Unvollständigkeit der Aufzeichnungen über Feuchtigkeit, Bewölkung und Windverhältnisse störend

entgegen. So viel ist indess ersichtlich, dass bei Windstille stets niedrige Zahlen notirt sind. Die höchsten Zahlen fallen auf die Windrichtung N.W., einmal auch N.O.; die Richtungen aus der südlichen Hälfte der Windrose erreichen nur einmal, in der Nacht vom 29./30. März 4, sonst höchstens 2,5. Allerdings kommen auch bei nördlichen Windrichtungen häufig ebenso niedrige Zahlen vor. Die beiden Male, wo gar keine Reaction bemerkt werden konnte, sonderbarer Weise am 19. März und 19. April, herrschte schwacher W. und N.W. Bei bedecktem wie bei unbewölktem Himmel finden sich niedrige und hohe Zahlen notirt; die beiden erwähnten Fälle völlig fehlender Reaction wurden, die eine bei theilweise, die andere bei völlig klarem Himmel beobachtet. In der Nacht vom 29./30. März und am 6. April, an welchen so reichlicher Tropfenfall stattfand, dass man denselben wohl Regen nennen konnte, wurde die relativ nicht unbeträchtliche Nummer 4 notirt und in Cairo in der Nacht vom 13./14. Mai, sowie am 14. selbst, an denen der Regenfall auch nach europäischen Begriffen ziemlich reichlich war, sogar 6 resp. 5.

Die höchsten Zahlen, 5 und mehr, selten nur 4, wurden, wie von Zittel stets auch von mir nach thaureichen Nächten aufgezeichnet, nach denen am Morgen die Reagenzstreifen bereits gefärbt vorgefunden wurden (eine Erscheinung, die auf dem Meere nie vermisst wurde). Ich muss daher Zittel's Ansicht beitreten, dass die Condensation des Wasserdampfes, ebensowohl als die Verdunstung, eine Quelle für Ozon abgebe. Die beträchtliche Reaction an Regentagen könnte wohl auch durch die Verdunstung erklärt werden. Ich gestehe, dass ich Anfangs den Verdacht hegte, dass die Benetzung der Reagenzpapiere durch Thau an und für sich schon die Reaction vermehre. Nach einem in Berlin nach meiner Rückkehr angestellten Versuche scheint mir indess diese Annahme nicht gerechtfertigt, da bei gleich-

zeitiger Exposition eines trocknen und eines absichtlich mit Brunnenwasser angefeuchteten Streifens letzterer eine etwas schwächere Färbung zeigte.

Ich komme nun zu dem Ergebnisse der Zittel'schen Beobachtungen, welches, weil durchaus unerwartet, auch über die fachwissenschaftlichen Kreise hinaus das grösste Aufsehen erregt hat; ich meine den von ihm beobachteten grösseren Ozongehalt in der Luft der Wüste in Vergleich mit der der Culturlandschaften. Aus meinen Beobachtungen würde sich ein solches Resultat nicht ergeben, wobei allerdings zu bemerken ist, dass unter denselben die Zahl der in der Wüste gemachten Aufzeichnungen einen noch kleineren Bruchtheil darstellt als die Notirungen im Culturterrain in Zittel's Beobachtungsreihe, während die von mir im Culturlande gemachten Nachtbeobachtungen (die selbstverständlich allein zum Vergleich mit den Notirungen in der Wüste heranzuziehen sind) ein ziemlich übereinstimmendes Resultat ergeben:

Benisuêf	3,80
Fajûm	3,36
Kleine Oase . . .	3,125
Cairo	3,50

bleibt das Mittel der 6 Beobachtungen in der Wüste zwischen Fajûm und der Oase mit 2,25 unter denen des Culturlandes, während das von 4 Beobachtungen in der Wüste zwischen der Oase und Samalût mit 4,25 sich etwas über dieselben erhebt. Das Gesammtmittel aus allen 10 Wüstenbeobachtungen würde 3,05 betragen, also immer noch unter dem niedrigsten Mittel des Culturlandes bleiben.

Ein ganz ähnliches Ergebniss lässt sich übrigens auch aus Zittel's Beobachtungen auf den allerdings kleineren Wüstenstrecken ableiten, welche wir gemeinschaftlich in der zweiten Hälfte des März 1874 durchzogen.

Die zwischen Dachel und Chargeh aus 3 Beobachtungen erhaltene Mittelzahl 3,66 und das aus 2 Beobachtungen zwischen Chargeh und Esneh gezogene Mittel 4,3 weichen nicht erheblich von den um dieselbe Zeit in Dachel (4), Chargeh (3,66) und Esneh (3) erhaltenen Mitteln ab.

Der überraschende Ozonreichthum der Wüstenluft beschränkt sich daher, wie Zittel mit Recht hervorgehoben hat, auf die Wintermonate Januar und Februar.

Wir werden schwerlich irren, wenn wir die auffällige Uebereinstimmung in der Ozon-Reaction der Luft der nackten Wüste Nord-Afrika's und der Wälder Mittel-Europa's auf eine gemeinschaftliche Ursache zurückführen, welche ich in der reichlichen Thaubildung an beiden Localitäten zu finden glaube, die freilich hier und dort aus ganz verschiedenen Ursachen zu Stande kommt. In der Wüste sind es die in jener Jahreszeit so auffallend kalten Nächte, welche trotz des nur mässigen absoluten Dampfgehaltes die Ueberschreitung des Thaupunktes veranlassen; in unsern Wäldern ist, wie Ebermayer gewiss mit Recht bemerkt, die reichliche Feuchtigkeit die Quelle des Thau's und mittelbar des Ozon's. Es steht mit dieser Anschauungsweise in gutem Einklange, dass der Ozongehalt im Innern des Waldes geringer ist als in seiner Nähe auf freiem Felde; an letzterer Oertlichkeit, welche noch an der Feuchtigkeit der Waldluft Theil nimmt, kann durch die ungehemmte Strahlung eine stärkere Abkühlung und desshalb eine reichlichere Thaubildung stattfinden, während innerhalb des Waldes die Strahlung in den Baumkronen ein Hinderniss findet.

Jedenfalls dürfte es erwünscht sein, über den Ozongehalt der Luft in Nord-Afrika, welcher bisher immerhin nur für die kleinere Hälfte des Jahres bekannt geworden ist, ausgedehntere Beobachtungsreihen zu erhalten.

Dr. W. Reil in Cairo, der verdienstvolle Begründer des Bades Heluân, hat während seines mehrjährigen Aufenthaltes an diesem mehrere Kilometer ausserhalb des Nilbodens gelegenen Orte derartige Beobachtungen in grosser Zahl gemacht, durch deren Veröffentlichung er sich ein grosses Verdienst um diesen jungen Zweig der Meteorologie erwerben würde.

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber den electrochemischen Vorgang an einer Aluminiumanode."

Am Schlusse meiner (in diesen Sitzungsberichten 1875 p. 59 enthaltenen) Mittheilung über die galvanische Polarisation des Aluminiums hatte ich die Bemerkung gemacht, dass die Menge des bei der Electrolyse von verdünnter Schwefelsäure an einer Aluminiumanode abgeschiedenen Sauerstoffes stets zu klein erscheine. Dieser Sauerstoff wird theils gasförmig abgeschieden, theils ist er in der durch Auflösung des Aluminiums entstandenen Thonerde enthalten, theils endlich in einer Oxydschichte, welche das Aluminium überzieht; denn als solche glaubte ich den äusserst schlecht leitenden Ueberzug ansehen zu müssen, welcher sich auf der Aluminiumanode bildet und dadurch die Stromstärke auf eine sehr geringe Grösse hinabdrückt. In welcher dieser drei Gestalten der Sauerstoff in grösserer Menge auftritt, hängt von den besonderen Umständen ab, unter denen die Electrolyse vor sich geht. In der ersten Zeit nach Schluss des Stromes wird vorzugsweise Aluminium aufgelöst; in dem Maasse, als sich die schlechtleitende Oxyddecke bildet wird die Anode mehr und mehr gegen die Auflösung geschützt und tritt eine grössere Sauerstoffmenge frei auf. Ich habe eine Reihe von Electrolysen angestellt, bei welchen die Gestalt und das Gewicht der Anode, die Art der electrolysirenden Batterie und die Stromstärke, sowie die Dauer

des Processes mannigfach abgeändert wurden. Die Leitungsflüssigkeit war immer im Verhältniss 1 : 12 verdünnte Schwefelsäure, die Kathode eine Platinplatte. Das Gewicht der Anode wurde bestimmt, dann wurde sie, in einen Kautschucpfropf eingesteckt, von unten durch einen im Boden der Zersetzungszelle befindlichen Tubulus in diese eingeführt und ein ebenfalls mit der verdünnten Säure gefülltes Eudiometerrohr darübergestürzt. Das in diesem Rohre aufgefangene Gas zeigte sich immer als reiner Sauerstoff, falls nicht, durch später zu erwähnende Umstände, auch etwas Wasserstoff entwickelt worden war. Das Gasvolumen wurde auf 0° und 760^{mm} Barometerstand reducirt und daraus sein Gewicht berechnet. Die in der Lösung enthaltene Thonerde wurde durch Ammoniumcarbonat niedergeschlagen und das in ihr enthaltene Aluminium berechnet. Wiewohl die angewandten Aluminiumdrähte und Platten nicht eisenfrei waren, zeigte sich die Thonerde doch rein, weil in der Electrolyse das Aluminium zuerst aufgelöst wird. Nach Beendigung des Versuches war unterdess die Aluminiumanode sorgfältig abgewaschen und über Schwefelsäure getrocknet worden. Ihr Gewichtsverlust hätte gleich dem Gewichte des in der Thonerde enthaltenen Aluminiums sein sollen, es fiel aber immer zu gering aus, so dass die Differenz dieser beiden Grössen als das Gewicht des Sauerstoffes betrachtet werden musste, welcher in der das Aluminium bedeckenden grauen (auf Platten irisirenden) Schichte enthalten ist.

In den Strom war gleichzeitig ein Silbervoltameter eingeschaltet.[1]) Die in dem Voltameter niedergeschlagene Silber-

1) Als solchen bediene ich mich einer sehr bequemen Abänderung des Poggendorff'schen Silbervoltameters. Es besteht aus einem kleinen Statif mit Schieferfussplatte, in welchem ein Platingefäss mit Ausguss festgeklemmt ist. In diesem hängt, mit seinem breiten Rande von Ebonit aufliegend, ein poröses Porzellangefäss, das ebenso wie das Platingefäss mit Silbernitratlösung gefüllt ist. Dann wird ein dicker, spiral-

menge müsste nun aequivalent sein dem in den genannten drei Gestalten auftretenden Sauerstoff. Meine früheren Versuche hatten gezeigt, dass dies nicht der Fall sei, es fehlte immer ein beträchtliches Sauerstoffquantum. Es hat sich nun aber ergeben, dass dieser Mangel Nebenumständen zuzuschreiben ist, wie aus den Zahlen der umstehenden Tabelle hervorgeht. Alle Gewichte in derselben sind in Grammen angegeben.

In den Versuchen 1 und 2 fehlen bezüglich 10,1 und 8,5 p. C. von der, dem ausgeschiedenen Silber aequivalenten Sauerstoffmenge. Die Anoden bestanden hierbei einmal aus einem dünnen Draht, das andere Mal aus einer schmalen Platte, beide von kleiner Oberfläche. Die Stromstärke J (immer nach absolutem magnetischen Maasse angegeben) war sehr klein, die Dauer der Zersetzung sehr gross, die Gasentwickelung äusserst spärlich. Bei den folgenden Versuchen vergrösserte ich die wirksame Aluminiumfläche, indem ich den Aluminiumdraht zu einer Spirale rollte. Hierdurch wurde die Sauerstoffentwickelung viel lebhafter, wenn an der Batterie nichts geändert wurde, wie in Versuch 3, bei welchem wie bei 1 und 2 zur Zersetzung 6 Meidinger-Elemente dienten; der Sauerstoffverlust wurde geringer, nämlich 5,4 p. C. Wurde die Stromstärke aber bedeutend vermehrt, wie in Versuch 4 durch Anwendung von 6 Grove- oder in Versuch 5 von 10 Bunsenelementen, so verminderte sich die Menge des frei abgeschiedenen Sauerstoffes wieder, die Gesammtmenge des erhaltenen Sauerstoffes aber näherte sich immer mehr der dem Silber aequivalenten, so dass in

---

förmig gerollter und mittelst eines Armes am Statif verschiebbarer Silberdraht in das Porzellangefäss gesenkt. Das auf der inneren Platinfläche niedergeschlagene Silber wird in der bekannten Weise abgewaschen, getrocknet und gewägt. Der kleine Apparat war im Kensington-Museum ausgestellt.

Batterie	1 6 Meidinger		2 6 Meidinger		3 6 Meidinger		4 6 Grove		5 10 Bunsen	
Gestalt der Anode . .	Draht		Platte		Spirale		Spirale		Spirale	
Gewicht der Anode .	0,0506		0,5725		1,7230		1,9565		1,3393	
Zeit, Minuten . . .	1740		2420		1845		466		100	
Silber im Voltameter .	0,1470		2,9815		3,7555		3,6213		3,2465	
Stromstärke	0,013		0,188		0,311		1,168		4,837	
Thonerde	0,0170		0,3690		0,3293		0,4164		0,4720	
Sauerstoff in ders. . .	0,0075	68,8%	0,1722	78,8%	0,1538	55,3%	0,1944	75,4%	0,2204	91,8%
Aluminium in ders. .	0,0085		0,1968		0,1755		0,2220		0,2516	
Aluminium verloren .	0,0080		0,1900		0,1688		0,2100		0,2458	
Sauerstoff im Oxyd . .	0,0005	4,6	0,0063	2,6	0,0067	2,4	0,0120	4,6	0,0058	2,4
Sauerstoff frei . . .	0,0018	16,5	0,0230	10,4	0,1028	36,9	0,0396	15,3	0,0173	7,2
Summe des Sauerstoffes.	0,0098		0,2020		0,2633		0,2460		0,2435	
Sauerstoff aequiv. Silber	0,0169		0,2209		0,2783		0,2583		0,2406	
Zu wenig Sauerstoff .	0,0011	10,1	0,0189	8,5	0,0150	5,4	0,0123	4,7	—	

Versuch 5 beide Mengen innerhalb der erlaubten Fehlergränzen einander gleich sind.

Der Grund, weshalb bei den ersten Versuchen so viel Sauerstoff abhanden kam, liegt augenscheinlich in der spärlichen Entwickelung des gasförmigen Theils desselben. Die kleinen Gasblasen werden lebhaft von der Leitungsflüssigkeit in der Umgebung der Anode absorbirt und entweichen zum grossen Theil in die Luft. Bei den späteren Versuchen steigen die Blasen sofort lebhafter auf, bei Anwendung starker Ströme aber erhitzt sich die Flüssigkeit so stark, dass auch die Gasabsorption nur gering sein kann. Unterbricht man den Strom auch nur auf kurze Zeit, so enthält der Gas sofort Wasserstoff, der durch die rein chemische Auflösung des Aluminiums in der heissen Säure entsteht. Man muss deshalb bei der Beendigung eines Versuches und dem Auseinandernehmen des Apparates besonders sorgfältig und schnell verfahren. Der kleine Ueberschuss, den der Versuch 5 liefert, ist wohl auch einer solchen Beimengung einer geringen Wasserstoffmenge zuzuschreiben. Auch während des Stromschlusses entwickelt sich bei zu grosser Erhitzung der Leitungsflüssigkeit am Aluminium leicht Wasserstoff, so dass man gut thut, dieselbe kühl zu halten.

Ich glaube nach diesen Ergebnissen meiner Versuche jeden Zweifel an der Richtigkeit des electrolytischen Gesetzes bei der Electrolyse an Aluminiumelectroden als beseitigt ansehen zu dürfen.

Die schon von Buff[2]) beobachtete Eigenschaft des die Aluminiumonode bedeckenden Ueberzuges, dem Strom einen ungemein grossen Leitungswiderstand entgegenzusetzen, ist neuerdings wiederholentlich abermals entdeckt worden. Gleichzeitig mit meinen oben citirten Versuchen über diesen

---

2) Liebig und Wöhler. Annalen der Chemie und Pharmazie. CII, p. 296.

Gegenstand sind ähnliche angestellt von Ducretet[3]), welcher sagt, dass ein Strom durch ein Voltameter mit einer Platin- und einer Aluminiumelectrode nur in einer Richtung gehe; bei Umkehrung des Stromes höre die Zersetzung auf und fast gar keine Electricität werde hindurchgelassen. Er glaubt sogar, durch Anwendung solcher, als Ventile dienenden Voltameter das Problem des gleichzeitigen Durchganges zweier Telegramme in entgegengesetzter Richtung durch denselben Draht in der einfachsten Weise lösen zu können; wie das erreicht werden soll, ist freilich nicht angegeben. Auch Ducretet hält den schützenden Ueberzug für ein Oxyd des Aluminiums und zwar für Thonerde, die sich freilich wohl in der Säure lösen dürfte. Eine Isolirung des Ueberzuges will nicht gelingen. Bei lange fortgesetzter Electrolyse trübt sich wohl die Leitungsflüssigkeit, und man kann eine kleine Menge des sich loslösenden Beschlages in sehr feinem Pulverzustande auf einem Filtrum sammeln. Die Menge betrug aber in meinen Versuchen nie mehr als einige Milligramm. Trotz sorgfältigstem Waschen mit heissem Wasser behielt ich auf dem Filtrum immer eine Substanz, welche vor dem Löthrohr auf Thonerde reagirte, während ich niemals Silicium darin nachzuweisen vermochte. Ich glaube daher ebenfalls, den Ueberzug bestimmt für ein Aluminiumoxyd halten zu müssen, um so mehr, als die siliciumreichsten wie die reinsten Aluminiumsorten sich in Bezug auf die beschriebenen electrolytischen Vorgänge ganz gleich verhielten. Ganz siliciumfreies Aluminium mir zu verschaffen ist mir freilich nicht gelungen, und dies ist die Hauptursache, weshalb ich diese zur Ergänzung meiner früheren Mittheilung dienende Notiz derselben so spät folgen lasse.

3) Compt. rend. LXXX p. 280 und Sillim. Americ. Journ. (3) IX p. 467, aus Journ. d. Phys. IV. p. 84.

Sitzung vom 10. März 1877.

Herr Professor v. Bischoff hielt einen Vortrag:

„Ueber das Gehirn eines Gorilla und die untere oder dritte Stirnwindung der Affen."

Ich glaube es wagen zu dürfen, die Aufmerksamkeit der verehrten Klasse noch einmal einem Affen-Gehirne zuzuwenden, da es sich diesesmal um ein Unicum handelt, welches erst wenige Sterbliche bisher zu Gesicht bekommen haben. Es ist das Gehirn eines jungen männlichen Gorilla, welches ich die Ehre habe Ihnen hier vorzuzeigen.

Das Thier von welchem dieses Gehirn herrührt, kam noch lebend in den Besitz der amerikanischen Mission in Gaboon, starb aber dort schon nach drei Tagen. Zum Glück gelangte es alsbald in die Hände eines von der zoologischen Gesellschaft in Hamburg nach Gaboon gesendeten Thierwärters, welcher nach der von mir empfohlenen Methode den Kopf des Thieres mit einer Chlorzinklösung injicirte, und dann den Schädel aufschnitt, so dass der Weingeist, in dem das Thier aufbewahrt wurde, eindringen konnte. So geschah es denn, dass als dasselbe in Hamburg anlangte und untersucht wurde, das Gehirn vortrefflich erhalten war, und sich ganz ausgezeichnet zur anatomischen Untersuchung eignete und noch eignet.

Zuerst kam das Gehirn in die Hände des Hrn. Prof. Pansch in Kiel, welcher es in der den Mitgliedern der Naturforscher-Versammlung in Hamburg 1876 gewidmeten Festschrift, von einigen Photographien begleitet, bekannt machte. Da mich die hier gegebene Beschreibung und namentlich auch die Photographien nicht ganz befriedigten, indem letztere nur in $^2/_3$ der natürlichen Grösse gegeben sind, und gerade die interessantesten Stellen des Gehirns bei ihnen ganz in unerkennbarem Dunkel liegen, ich mich aber sehr für dieses letzte mir noch unbekannte Anthropoiden-Gehirn interessirte, so wandte ich mich an Hr. Dr. Bolau, den jetzigen Vorstand des zoologischen Gartens und des naturhistorischen Museums in Hamburg, einst unseren Schüler hier, mit der Bitte mir das Gehirn zu überschicken. Ich empfinde es mit grossem Danke, dass Hr. Dr. Bolau mir das grosse Zutrauen geschenkt hat, mir dieses kostbare Object zu uneingeschränkter wissenschaftlicher Untersuchung und Beschreibung zu überlassen, und halte mich geradezu für verpflichtet zu der bestmöglichsten Kenntniss desselben beizutragen, so viel in meinen Kräften steht. Ich habe also das Gehirn sorgfältig untersucht, es aufs Neue photographiren und auch in Wachs auf den Schädelausguss eines erwachsenen männlichen Gorilla mit möglichster Treue und Sorgfalt modelliren lassen, so dass wir annehmen können, dieses Gehirn hier in seinen Formverhältnissen vollkommen naturgetreu vor uns zu sehen. Allerdings war das Thier selbst noch jung. Es war mit etwas gebogenen Knien nur 52 Ctm. gross und männlichen Geschlechtes, besass aber sein vollständiges Milchgebiss von 20 Zähnen, und bei einer Vergleichung der Grösse des Gehirns mit der Grösse des Schädelausgusses eines erwachsenen Männchens, sieht man, was auch schon früher die bekannten Schädel-Verhältnisse junger und alter Thiere kennen lehrten, dass die Schädelhöhle verhältnissmässig mit dem Alter und den

Schädelknochen, besonders den Antlitzknochen, nur mässig grösser wird.

Ich habe das Gehirn wie es jetzt ist gewogen, und finde dasselbe 265 Grm. schwer. Die Erfahrung hat gelehrt, dass man annehmen kann, dass ein solches Gehirn durch die Injection mit Chlorzink und Aufbewahrung in Weingeist gegen 25 % an seinem Gewicht verliert. Es würde also frisch 331.25 Grm. gewogen haben. Nach Quatrefages (Bull. de la Soc. d'Anthropol. 1866 p. 648) soll der Admiral Fleuriot de l'Angle das Gehirn eines 1,7 Meter grossen gegen 6 Jahr alten Gorilla, 400 Grm., das eines zweiten 1,9 Meter grossen nur 300 Grm. schwer gefunden haben; das Geschlecht ist leider nicht angegeben, worauf vielleicht dieser ansehnliche Gewichtsunterschied grösstentheils zurücklief. Nach Du Chaillu soll das Gehirn eines Gorilla 560 Grm. schwer werden; allein wenn man auch mit dem Misstrauen gegen diesen Reisenden in manchen Stücken zu weit gegangen ist, so lässt sich doch kaum annehmen, dass derselbe die nöthigen Kenntnisse, technische Fertigkeit und Mittel besessen hat in den afrikanischen Wäldern ein Gehirn kunstgerecht herauszunehmen und zu wiegen. Man hat sich bei Mangel wirklicher Hirngewichte des Gorilla, mit Ermittelung der Schädel-Capacität begnügt. Diese Schädelcapacität von erwachsenen Gorilla beträgt:

Nach Wymann und Owen

(Transact. of the zool. Soc. of Lond. Vol. IV, p. 85)

beim	Männchen	34,5	Engl.C.Z.	=	565,28	Cctm.
„	„	32,6	„	=	534,15	„
„	„	30,3	„	≐	496,46	„
„	„	28,3	„	=	463,69	„
beim	Weibchen	25,0	„	=	409,62	„

Nach Turner
(Proceedings of the Royal Soc. of Edinb. V. 1864, p. 349)

beim Männchen 28,0 Engl.C.Z. = 458,78 Cctm.
beim Weibchen 26,5 „ = 434,19 „

Nach Huxley
(Anatomie der Wirbelth., p. 405)

im Maximum 35,0 Engl.C.Z. = 573,00 Cctm.

Nach Duvernoy
(Archives du Mus. d'Hist. nat. VIII, 1855 1. p. 170)

500,00 Cctm.
520,00 „

Nach Broca
(Bullet. de la Soc. d'Anthropol. 1869, p. 374)

550,00 Cctm.

Nach mir bei einem alten Männchen 465,00 „
„ „ „ „ „ Weibchen 350,00 „

Würde man annehmen können, dass sich der Schädelinnenraum zu dem Hirngewicht ohngefähr wie bei dem Menschen, nämlich wie 100 : 95 verhalte, so würde man für einen ausgewachsenen männlichen Gorilla ein Mittel-Hirngewicht von etwa 442 Grm. berechnen können.

Ich habe das Gehirn, wie es jetzt ist, auch gemessen, indem ich dasselbe in verschiedenen Richtungen zwischen zwei senkrechte parallele Flächen legte, und deren Entfernung von einander bestimmte. Ich erhielt für den Längendurchmesser 120 Mm., für den Breitendurchmesser 92 Mm., für die Höhe 73 Mm., während Prof. Pansch dieselben Verhältnisse zu 100, 85 und 70 angiebt. Diese Unterschiede sind vielleicht darin begründet, dass sich die Form des Gehirns weiter verändert hat; vielleicht aber auch in der Methode des Messens, wenn Prof. Pausch etwa das Maass

oder den Zirkel direct angelegt haben sollte. Der Index cephalicus wäre nach meiner Messung 76.6.

Obwohl indessen das Gehirn in seinen Formen sehr wohl erhalten ist, kann man doch diesen Maassen keinen absoluten Werth beilegen. Wenn wir sie aber mit denen des Schädelausgusses eines erwachsenen männlichen Gorilla vergleichen, so ergiebt sich doch daraus das auch sonst zu erwartende Resultat, dass sich der dolichocephalische Charakter des Thieres mit fortschreitendem Alter stärker entwickelt; denn die Maasse des Schädelausgusses des erwachsenen Thieres sind: 115, 90 und 76, was einen Index cephalicus von 78,2 ergiebt.

Ich habe in gleicher Weise dieselben Durchmesser der Schädelausgüsse eines alten männlichen Chimpansé und alten Orang gemessen, und fand sie bei jenen 110, 92 und 74 und bei letzterem 92, 86 und 80, was also für diese den Index cephalicus von 84 und 93 giebt, d. h. der Gorilla hat das am meisten dolichocephale Gehirn, dann kommt der Chimpansé und dann der Orang.

Ausserdem ist die Verschiedenheit in der Bildung des Stirnlappens bei diesen drei Ausgüssen sehr bemerkenswerth. Er ist bei dem Gorilla abgeflacht, zugespitzt ohne eigentliche Stirnfläche. Beim Chimpansé ist er auch noch zugeschärft, aber nicht so abgeflacht; beim Orang weniger zugeschärft und weniger abgeflacht als beim Chimpansé.

In Beziehung auf das Verhältniss des grossen Gehirns zum kleinen Gehirn ist zu bemerken, dass letzteres bei dem Gorilla absolut und relativ grösser ist als bei den beiden anderen Anthropoiden; auch bemerke ich, dass es bei ersterem am wenigsten von den Hinterlappen der grossen Hemisphäre bedeckt wird, und bei der Betrachtung des Schädelausgusses von oben mit seinem hinteren Rande sichtbar wird.

Es giebt, wie ich bereits erwähnt habe, bis jetzt keine irgend genügende Beschreibung des Gehirns eines Gorilla. Gratiolet hatte ein Gehirn in den Händen und theilte auch darüber in den Comptes rendus 1860. I. p. 801 einige Notizen mit. Allein das Gehirn befand sich in einem solchen Zustande der Auflösung, dass die Beschreibung nur sehr unvollständig sein konnte. Gratiolet sagt, die Grosshirnwindungen seien wenig und auffallend einfach gewesen; die obere Stirnwindung sei durch eine dreiarmige Furche in zwei einfache Windungen getheilt gewesen; die mittlere und untere nur sehr wenig gewunden. Die vordere Centralwindung war wenig gewunden und stark nach hinten geneigt; die hintere noch stärker geneigt, ganz oben in einen kleinen dreieckigen Lappen übergegangen, d. h. der Vorzwickel habe bis auf dieses Rudiment gefehlt. Ebenso soll der Premier Pli de Passage ganz gefehlt haben, der deuxième ganz unter dem Operculum verborgen, der sog. Pli courbe sehr spitz gewesen sein. Wir werden sehen, dass selbst diese wenigen Angaben keineswegs mit der Beschaffenheit unseres Gehirns übereinstimmen.

Dr. R. Meyer in Offenbach bemerkt in seiner Abhandlung: Ueber den Gorilla (Denkschrift des Offenbacher Vereins für Naturkunde 1863, p. 24), Owen sage von dem Gorilla aus, dass der Gorilla von allen Vierhändern das grösste Gehirn habe, mit den tiefsten Furchen und zahlreichsten Windungen, dass das grosse Gehirn, im Verhältniss zum kleinen, das grösste von allen Affen sei, und der hintere Lappen desselben fast das kleine Gehirn bedecke. Wo Owen diese Angabe machen soll wird nicht gesagt, und ich kann eine solche auch nirgends finden. Vermuthlich ist es aber ein Missverständniss. An einer Stelle seiner Schrift: On the classification and geograph. distribution of the Mammalia p. 77 sagt Owen: W e n n? das Gorilla-Gehirn diese Eigenschaften habe, so würde der vergleichende Anatom nicht

anstehen, den Gorilla für den menschenähnlichsten Affen zu erklären. Inzwischen besitzt das Gorilla-Gehirn nicht alle diese Eigenschaften.

Die vollständigste Beschreibung gab, wie ich oben bemerkte, von dem gegenwärtig vorliegenden Gehirn eines Gorilla Prof. Pansch in Kiel. Ich werde im Nachfolgenden Gelegenheit haben und nehmen, über seine einzelnen Angaben zu referiren, denn es ist ein Hauptzweck meiner gegenwärtigen Arbeit meine Ansichten über mehrere wichtige Punkte des Anthropoiden-Gehirns gegen die gegentheiligen Ansichten und Einwürfe des Prof. Pansch zu vertreten, wodurch, wie ich hoffe, überhaupt über mehrere Verhältnisse der Furchen und Windungen des Gehirns noch mehr Licht verbreitet werden wird.

Zuvor bemerke ich indessen noch, dass über das vorliegende Gorilla-Gehirn sich auch in der Zeitschrift „Nature", Vol. 15. No. 372. pag. 142. d. 14. Dec. 1876, eine Mittheilung eines Herrn G. D. Thane findet, die sich unter Wiedergabe der Photographien der Panscheschen Abhandlung und der Benutzung der Beschreibung, in bestimmter Weise selbstständig über dieses Gehirn ausspricht, indem der Verfasser namentlich die Windungen weit mehr berücksichtigt, als Prof. Pansch dieses gethan hat, auch allgemeine Vergleichspunkte zwischen dem Gehirn des Gorilla und dem der beiden anderen grösseren Anthropoiden, sowie des Menschen hervorhebt. Da indessen der Verfasser, wie es scheint, eben nur die ihm vorliegenden, und wie ich schon bemerkt habe, in bestimmter Weise unzureichenden Photographien zu seinem Studium benutzt hat und benutzen konnte, so war es, wie ich glaube, eine unausbleibliche Folge, dass von ihm die wirklichen Verhältnisse dieses Gehirns doch wesentlich irrig aufgefasst wurden. Wer sich viel mit diesem Studium der Gehirnwindungen befasst hat, der weiss, dass man um ein Gehirn richtig zu beurtheilen,

dasselbe absolut in der Hand haben muss; man fasst sonst Vieles falsch auf und Manches bleibt Einem verborgen. Ich habe es desshalb nicht für thunlich und nöthig gehalten, die Angaben des Herrn Thane ausführlicher und im Einzelnen zu berücksichtigen. Auch hat der Verfasser in seinen allgemeinen Schlüssen nicht genügend bedacht, dass er es bei diesem Gehirn mit dem eines noch ganz jungen Thieres zu thun hatte, obgleich er im Allgemeinen wohl darauf aufmerksam war.

Was nun die Bearbeitung des vorliegenden Gorilla-Gehirns durch Prof. Pansch betrifft, so muss ich zunächst ein bei derselben hervortretendes allgemeines Missverständniss meiner Bearbeitung der Gehirnwindungen berichtigen. Er sagt pag. 22 der erwähnten Schrift, die von mir abweichenden Resultate, zu welchen er über die Verhältnisse der Windungen des grossen Gehirns gekommen sei, seien die Folge der verschiedenen Principien, denen wir gefolgt seien. Er habe zu wiederholten Malen darauf hingewiesen, dass man in der Topographie der Hirnoberfläche sich einzig und allein an die typischen oder Hauptfurchen halten solle, während ich den Typus für die Anordnung vieler Windungen darin gefunden zu haben glaube, dass sie in Bogen um die Enden der primären Furchen gelagert seien.

Sind denn das, muss ich fragen, verschiedene Principien nach denen wir handeln? Ich dächte doch nicht. Vielmehr ist es ganz sicher, dass ich mindestens einen ebenso grossen Werth wie Prof. Pansch auf das Verhalten der Hauptfurchen des Gehirns lege, ja legen muss, wenn ich die um die Enden dieser Furchen gelegenen Windungsbogen aufsuchen oder studiren will. Ich muss und kann nicht anders als von diesen Furchen ausgehen. Allein damit beendet sich allerdings meine Untersuchung nicht, sondern ich frage sodann, wie verhalten sich nun die Windungen

zu diesen Furchen? Und da glaube ich, dass ich durch die allerdings sehr einfache, und wie Professor Ecker in seiner Schrift: Ueber die Hirnwindung des Menschen pag. 22 sagt, sich von selbst verstehende und nicht anders sein könnende Beobachtung und Bemerkung, die aber eben Niemand Anderer vor mir gemacht und ausgesprochen hat, dass diese Windungen in mehr oder weniger einfachen oder zusammengesetzten Bogen um die Enden der Furchen liegen, ein wesentliches Hülfsmittel zur Erleichterung der Erkenntniss des Verhaltens der Windungen, und zur leichten Verständigung über dieses Verhalten gegeben habe. Dieses aber fehlt bei Prof. Pansch so sehr, dass er es sogar für ganz überflüssig hält sich mit den Verhältnissen der Windungen überhaupt einzulassen, und am Schlusse seiner Abhandlung sagt: „Diese müssen sich aus der Beschreibung der Furchen von selbst ergeben, und würde eine eingehende Betrachtung derselben wenig Nutzen haben.“ Hier gehen allerdings unsere Principien ganz auseinander; denn ich bin ganz entgegengesetzter Meinung. Ich glaube, dass es in letzter Instanz grade nur auf eine genaue Einsicht und ein Verständniss des Verhaltens der Windungen ankommt, denn ich bin und bleibe der schon in meiner ersten Abhandlung über die Grosshirnwindungen pag. 54 ausgesprochenen Ansicht, dass es der Hauptzweck dieser Topographie der Grosshirnoberfläche ist, in diesen Windungen den Verbreitungs-Bezirk der in ihnen ausstrahlenden Fasern bestimmen zu können.

Dass aber auch ich vollkommen der Ansicht bin, dass vor Allem an einem Gehirn das Verhalten seiner Hauptfurchen festgestellt sein muss, wenn man über die betreffenden Windungen ins Reine kommen und sich verständigen will, das wird sich nun sogleich ergeben, wenn ich bemerke, dass eine der wichtigsten Abweichungen des Prof. Pansch von der von mir gelehrten Betrachtung des Affengehirns,

nämlich in Beziehung auf die sogen. dritte oder untere Stirnwindung darauf beruht, dass, wie ich glaube, Prof. Pansch über das Verhalten des sog. vorderen Schenkels der Fossa Sylvii im Irrthum ist. Prof. Pansch betrachtet eine Furche des Affen-, und in specie des Gorilla-Gehirns, als den vorderen Schenkel dieser Fossa Sylvii, welche dieses nach meiner Ansicht durchaus nicht ist. Er weicht desshalb auch von mir in Betreff der unteren Stirnwindung so weit ab, dass während ich diese bei den niederen Affen für gar nicht, bei den Anthropoiden für schwach und nur in ihren ersten Rudimenten entwickelt halte, Prof. Pansch umgekehrt, sowohl früher als jetzt, in Beziehung auf den Gorilla, diesen Theil für unverhältnissmässig gross erachtet.

Dieser Punkt verdient bei der Wichtigkeit, welche diese Windung wahrscheinlich in Beziehung auf das Sprachvermögen besitzt, eine ausführliche Erörterung, und er bedarf dieselbe, weil der erste Schein gerade bei dem Gorilla-Gehirn so sehr für Prof. Pansch spricht, dass, als ich dasselbe zuerst zu Gesicht bekam, ich in der That glaubte, Prof. Pansch Recht geben zu müssen, und nicht zweifle, dass ein Jeder, welcher die Sache nicht mit grosser Umsicht untersucht, unbedingt derselben Ansicht sein wird.

Prof. Pansch lehrt, dass bei dem Gorilla und, wie er meint, auch bei dem Chimpansé und Orang die Fossa Sylvii an der Stelle des Auseinandergehens ihrer drei Schenkel durch die umgebenden Windungen des Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappens so wenig geschlossen sei, dass ein bemerkbarer Theil der Reil'schen Insel zwischen diesen Windungen frei zu Tage liege. Er lehrt dann ferner, dass der vordere Schenkel der Fossa Sylvii ansehnlich entwickelt sei, und von einer ansehnlichen unteren Stirnwindung umgeben werde.

Nun hatte ich bisher bei keinem einzigen Affenhirn jemals einen frei liegenden Theil der Insel beobachtet, son-

dern dieselbe, so weit sie überhaupt entwickelt war, immer vollständig bedeckt gesehen, so dass es sogar einer beträchtlichen Auseinander-Biegung der sie bedeckenden Hirntheile bedurfte, um sie überhaupt zu Gesicht zu bekommen. Ebenso erinnerte ich mich nur einer einzigen Angabe von Huxley (Vergl. Anatomie der Vertebraten, übersetzt von Dr. Ratzel pag. 406) und einer in derselben Schrift pag. 56 gegebenen Abbildung eines Chimpansé-Gehirns, durch welche das Freiliegen eines Theiles der Insel angegeben wird. Ich habe auch aufs Neue alle mir bekannten und zugänglichen Beschreibungen und Abbildungen von Affen- und insbesondere von Anthropoiden-Gehirnen, von Owen, Tiedemann, Vrolik, Marshall, Embleton, Turner, Rolletson, Gratiolet, Duvernoy etc. durchgesehen, und entweder in dieser Hinsicht gar keine Aeusserung gefunden, was wohl als ein negativer Beweis angesehen werden kann, oder es wird die Insel ausdrücklich als bedeckt bezeichnet, und keine Abbildung lässt sie irgendwo sichtbar werden.

Ich war daher im äussersten Grade überrascht, als ich das Hamburger Gorilla-Gehirn zu Gesicht bekam, und bei demselben in der That die Spitze der Insel frei zwischen den umgebenden Theilen des Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappens zu Tage treten sah. Und als ich nun an einem mir gleichfalls durch Dr. Bolau von Hamburg gütigst gesendeten weiblichen Orang-Gehirn das Gleiche beobachtete, so begriff ich vollkommen, wie Prof. Pansch zu seiner Ansicht und seinen Angaben gelangt war, obgleich zwei weitere von Hamburg überschickte Chimpansé-Gehirne wieder Nichts von dieser Eigenthümlichkeit zeigen. Dieselbe bildet also jedenfalls eine Ausnahme, und um so mehr sah ich mich veranlasst, die dabei auftretenden Verhältnisse und Fragen einer sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen, welche mir denn auch, wie ich glaube Aufschluss, und wie mir scheint, in recht interessanter Weise gegeben haben.

Um diesen aber auch für Andere verständlich und annehmbar zu machen, ist es nothwendig, dass ich die Verhältnisse der Insel, der Fossa Sylvii und der benachbarten Furchen, der sogenannten Fissura anterior, des Sulcus anteroparietalis oder praecentralis, und der ersten primären Radiärfurche, sowie des S. orbitalis (Ecker) seu S. transversus plus externus (Weisbach), etwas ausführlicher an der Hand der menschlichen Anatomie, der vergleichenden Anatomie und der Entwicklungsgeschichte auseinandersetze.

Die Fossa Sylvii entsteht bekanntlich schon sehr früh an dem Fötus-Gehirn, etwa in der 11. Woche, als eine Einknickung der Hemisphärenblase an ihrer unteren und lateralen Fläche, wodurch jene in zwei Theile getheilt wird. Sie ist Anfangs zwar flach und weit, verdient aber in dieser ersten Zeit doch eher den Namen einer Furche als einer Grube, welche sich von vorne und unten nach hinten und oben zieht. Erst allmählig im fünften Monat verwandelt sich diese Furche in eine wirkliche dreieckige Grube, indem sich der spätere vordere Schenkel auszubilden anfängt. Sie stellt dann ein ungleichseitiges Dreieck dar, dessen Spitze an die Basis des Gehirns fällt, die Basis nach oben an der lateralen Fläche desselben liegt, der längere Schenkel stark geneigt nach rückwärts, der kürzere vorne mehr gerade aufwärts steigt. Den Boden der dreieckigen Grube bildet der von den Seh- und Streifenhügeln und dem Linsenkern gebildete Kern der Hemisphäre, dessen hier die Hemisphären-Blase verdrängende äussere Fläche sich zur Insel entwickelt. Durch die immer stärkere Erhebung und Entwicklung der Ränder der Grube verwandelt sie sich einer Seits immer mehr, wenigstens äusserlich, in eine dreischenkliche Spalte, und die Insel wird anderer Seits immer mehr und mehr bedeckt, obwohl sie selbst bei dem Neugebornen nach Entfernung der Hirnhäute noch immer mit ihrem erhabensten Theile zu Tage tritt. Die ehemalige Spitze des Dreiecks

liegt jetzt ganz an der Basis des Gehirns als Stamm der Furche zwischen dem hinteren Rande des Stirnlappens und dem vorderen Theile des Schläfenlappens; der hintere längere Ast reicht mehr oder weniger weit an der lateralen Fläche der Hemisphäre nach hinten und oben hinauf, endet hier entweder einfach oder oft auch gespalten, und wird von einer einfachen oder auch doppelten Bogenwindung (meiner ersten Scheitelbogen-Windung, Gratiolets Pli marginal supérieur und inférieur) umgeben und abgeschlossen. Der vordere kürzere Schenkel der Spalte ist bei dem Menschen immer in mehrere, wenigstens zwei, aber auch drei und selbst vier Zweige zerlegt, um welche sich die Windungen der dritten oder unteren Stirnwindung in Bogen herumziehen.

Diese vielfach auf- und absteigende untere Stirnwindung geht immer mit einer Wurzel von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung, oder dem vorderen Schenkel des unteren Schlussbogens der Centralfurche aus. Aber dieser Abgang von der Centralwindung verläuft bald oberflächlich, bald geht er in der Tiefe ab, was gleich weiter zu erörternde bemerkenswerth verschiedene Verhältnisse bedingt. Das vordere, medialwärts gerichtete Ende dieser gewundenen unteren Stirnwindung macht den hinteren, den Stamm der Fossa Sylvii nach vorne begrenzenden Rand der Augenfläche des Stirnlappens aus, und fliesst hier an dem sog. Trigonum olfactorium oder der Caruncula mammillaris mit der vordersten Windung der Insel zusammen, während die übrige Insel, wie allgemein bekannt ist und angegeben wird, von den sie umgebenden Windungen des Schläfen- und Scheitel-Lappens durch eine Furche getrennt ist, auch kein direkter Faserzusammenhang zwischen jenen und den Windungen der Insel besteht.

In Beziehung auf die Thierwelt erscheint die Fossa Sylvii in ihren ersten Spuren schon bei den Vögeln, wenig-

stens sehe ich sie an dem Gehirn eines Adlers und Kasuars schwach, bei einem Kakadu aber ganz deutlich ausgebildet, aber auch nur in der Gestalt einer weiten Furche, wie im allerersten Anfange bei dem menschlichen Embryo, nicht als eine Grube. Bei den niedrigsten Säugethieren, Nagern, z. B. bei Cavia verschwindet sie wieder, aber in den höheren Ordnungen, bei den Wiederkäuern, Einhufern, Dickhäutern, Fleischfressern, Affen, tritt sie zugleich mit der Insel wieder hervor, bildet aber bei Allen nur eine Spalte, die, von der unteren Hirnfläche ausgehend, an der lateralen Fläche entweder grade, oder auch etwas nach hinten geneigt, in die Höhe steigt. Bei den Wiederkäuern, Einhufern, Fleischfressern legen sich die bogenförmigen, sog. Urwindungen um sie herum; einen vorderen Schenkel besitzt sie nicht.[1] Sie bildet auch bei den Embryonen

---

1) Ich bedaure, dass ich mit einem so verdienstvollen und scharfsinnigen Forscher und Psychologen wie Prof. Meynert, in der Auffassung der Windungen sowohl bei den Säugethieren als dem Menschen nicht übereinstimmen kann. Was jene betrifft, so differire ich vorzüglich von Prof. Meynert in Beziehung auf die Fossa Sylvii und die Fissura centralis s. Rolando. Ich kann mich nicht überzeugen, dass irgend ein Säugethier unter den anthropoiden Affen auch nur eine Spur eines vorderen Schenkels der Fossa Sylvii besitzt, und bin namentlich nicht im Stande die von Prof. Meynert als vorderer Schenkel der Fossa Silvii bei dem Bären bezeichnete Furche, als solchen anzuerkennen. Diese Furche scheidet nur bei diesem Thiere eine auch in der Schädelhöhle ausgesprochene eigenthümliche Abtheilung des Vorderhirns von dem übrigen Theile des letzteren ab, welche ich für den nur schwach entwickelten Stirnlappen halte. Ich finde nichts Aehnliches bei irgend einem anderen Fleischfresser und Omnivoren; auch sehe ich nicht, dass irgend ein anderer Autor, weder Leuret noch Gratiolet noch Tiedemann diese Furche als zur Fossa Sylvii gehörig aufgefasst hätten, noch irgend Einer überhaupt von einem vorderen Schenkel der Fossa Sylvii spricht.

Ich kann mich weiter nicht überzeugen, dass das Festhalten und der Versuch der Durchführung des Systems der Urwindungen des Gehirns der niederen Ordnungen der Säugethiere auch bei den Affen und

dieser Thiere nie eine solche offene, dreieckige Grube, wie bei dem menschlichen Embryo späterer Monate. Erst bei den grösseren und höheren Affen von den Cynocephalen an, fängt der vordere Schenkel der Fossa Sylvii an sich sehr schwach hervorzubilden, und zwar in fortschreitender Entwicklung von den Cynocephalen an bei Hylobates, Chimpansé und Orang. In gleicher Weise bildet sich die Insel immer mehr aus, und eine, aber immer noch sehr einfache, Windung legt sich um diesen vorderen Schenkel der Fossa Sylvii, den ich nur bei einem Dresdener Orang-Gehirn an seinem vorderen Ende etwas gespalten, und demgemäss von einem schwach getheilten Bogen umgeben sah. Dieser Bogen mit der in ihm befindlichen Fissur findet sich in allen guten Abbildungen und Seitenansichten des Chimpansé- und Orang-Gehirns, z. B. bei Gratiolet, Vrolik, obgleich Keiner sie als das erkannt hat, was sie wirklich ist. Am Besten beschreibt Turner in den Proceedings of the Roy. Soc. of Edinb. 1855—66. Vol. V. pag. 584 das Verhalten der Insel: „The median or central lobe (Island of Reil) consisted on the left side of five short and almost straight convolutions, none of which possessed great size, but on the right side only four were visible. The fissures which separeted these gyri from each other were short and shallow. The gyri

---

Menschen einer genetischen Wahrheit entspricht, und noch weniger irgend einen praktischen Erfolg für die Auffassung und Beschreibung der Windungen des Affen- und Menschenhirns, und eine Erleichterung der Verständigung über dieselben in sich einschliesst. Das Auftreten der ersten Furchen an dem menschlichen Embryonal-Gehirn: der Fiss. occipitalis perpend. int., der Fiss. centralis, dann der sogenannten Radiärfurchen, vernichtet von vorne herein das Bild und die Anordnung der bogenförmigen Urwindungen um die Fossa Sylvii herum; letztere werden durch diese Radiärfurchen von Anfang an in einzelne Systeme von selbstständigen Bogenwindungen zerlegt, die sich bei den niederen Thieren gar nicht finden.

radiated outwards and bakwards from the locus perforatus anticus. The most anterior joined superficially the inferior frontal gyrus; the rest were separated by a deep grove from the convolutions which formed the anterior lip of the Sylvian fissure. The island was deeply situated within the fissure of Sylvius, and excepting a small part of the most anterior gyrus, where it joined the inferior frontal, was completly concealed so long as the lips of the fissure were in situ." Leider giebt er keine Seitenansicht des Gehirns und man bleibt daher über den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii und sein Verhalten zur unteren Stirnwindung in Zweifel. Ebenso ist es bedauerlicher Weise mit einer von Marshall in The natural Hist. Review 1861. p. 296 gegebenen Photographie der Seitenansicht eines Chimpansé-Gehirns; die betreffende Stelle liegt ganz unkenntlich im Dunkel. Niemand ist auf das Verhalten des vorderen Schenkels der Fossa Sylvii und die sich um denselben herumziehende Windung aufmerksam geworden; Alle folgen Gratiolet und beschreiben die mittlere Stirnwindung als die antere, wobei sie freilich auch Alle in Beziehung der Annahme und Trennung einer oberen und mittleren Stirnwindung in Verlegenheit kommen. Doch ehe ich diesen Punkt weiter verfolge, muss ich zunächst über die sogenannte Fissura anterior und den Sulcus praecentralis sprechen.

Diese Fissura anterior, d. i. eine vor dem unteren Ende der vorderen Centralwindung an der lateralen Fläche der Hemisphäre von der Sylvischen Grube gerade aufsteigende Furche, wird von einigen älteren Anatomen z. B. von Krause, als die Grenze zwischen Stirn- und Scheitellappen beschrieben, und Turner betrachtet dieselbe in seiner Beschreibung der Windungen des menschlichen Gehirns in dem Edinb. med. Journal 1866. Vol. XI. 2. p. 1109. als den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii. Huxley beschrieb die-

selbe Furche an dem Gehirn eines Ateles in den Proceedings of the zool. Soc. of London 1866 p. 257. als antero parietal sulcus, und Ecker gab ihr den Namen: Sulcus praecentralis in seiner Abhandlung: die Hirnwindungen des Menschen, pag. 16; identificirt sie mit der sogenannten ersten primären Radiärfurche des Fötusgehirns, oder lässt sie wenigstens in diese sich fortsetzen, und hält sie für eine typische.

Ich habe mich schon in meiner Abhandlung über die Grosshirnwindungen des Menschen, pag. 19 u. 27, gegen die Homologie dieser Furche mit dem vorderen Schenkel der Fossa Sylvii und dann auch überhaupt gegen ihre Annahme als einer wesentlichen, oder gar typischen, erklärt und diese Negation auch später aufrecht erhalten, insofern jene Furche etwas Verschiedenes von der ersten primären Radiärfurche des Fötus sein soll. Diese Furche ist, wie auch Ecker am angeführten Orte bemerkt, immer von der Fossa Sylvii durch die von der vorderen Centralwindung abgehende Wurzel der unteren Stirnwindung geschieden. In vielen Fällen ist das ganz evident, wenn die eben genannte Wurzel oberflächlich von der Centralwindung abgeht. Oft ist letzteres allerdings auch nicht der Fall, sondern dieser Abgang erfolgt mit einem mehr oder weniger in die Tiefe dringenden Bogen, und dann kann mehr oder weniger der Schein entstehen, als sei ein Sulcus praecentralis überhaupt vorhanden, und als gehe er aus der Fossa Sylvii, etwa als deren vorderer Schenkel, hervor. Allein wenn man genau zusieht, so wird man finden, dass dieses NIE der Fall ist, sondern, wie gesagt, immer eine diese Furche von der Fossa Sylvii scheidende Windung vorhanden ist.

Ich kann aber, wie gesagt, von diesem Sulcus praecentralis überhaupt Nichts weiter anerkennen, als insofern an demselben die embryonale primäre Radiärfurche betheiligt ist. Diese ist in der That typisch und scheidet bei

dem Menschen als Sulcus frontalis superior immer die mittlere und die untere Stirnwindung von einander. Da kann es dann geschehen, dass, wenn die untere Stirnwindung in der Tiefe von der vorderen Centralwindung abgeht, diese Radiärfurche sich vor der vorderen Centralwindung herabsteigend, bis zur Fossa Sylvii hinzieht, wie Prof. Ecker dieses in seiner Fig. I. abbildet; doch ist dieses nur selten der Fall. Wenn so der Stamm und Ursprung dieses sog. Sulcus praecentralis schon ein sehr precärer und oft fehlender ist, so fehlt seine vordere vor der vorderen Centralwindung aufsteigende Fortsetzung noch viel öfter, weil es viel seltener ist, dass auch die mittlere Stirnwindung von der vorderen Centralwindung mit einer tiefen Wurzel abgeht, diese vielmehr in der bei weitem grössten Mehrzahl der Fälle einfach oder selbst doppelt oberflächlich verläuft. Dann ist eben von diesem Sulcus praecentralis gar keine Rede.

Fast alle Autoren sind nun der Meinung, dass eine an dem Gehirn vieler, nicht aller, Affen in auffallender Weise, an der Grenze zwischen der lateralen und Augenfläche verlaufende Bogenfurche identisch, d. h. homolog mit der ersten primären Radiärfurche des menschlichen Embryonal-Gehirns sei, auch bei den Affen zur Scheidung zwischen der mittleren und unteren Stirnwindung diene, die über ihr gelegene Windung also die mittlere, die unter ihr gelegene die untere Stirnwindung sei.

Prof. Pansch sagt p. 22 seiner Abhandlung über das Gorillagehirn, die Homologie dieser Furche bei Affen und Menschen stehe seiner Meinung nach ausser aller Frage, und indem er daher die unterhalb dieser Furche liegende Hirnpartie für die untere Stirnwindung erklärt, kommt er zu dem Schlusse, dass diese Windung gerade bei den Affen unverhältnissmässig stark sei. Ich selbst habe früher in meiner Abhandlung über die Grosshirnwindungen des Menschen

dieser Ansicht gehuldigt, und wenn ich gleich schon damals Bedenken trug, mit Gratiolet auch bei den Affen drei Stirnwindungen anzunehmen, so glaubte ich doch, dass die unterhalb der genannten Bogenfurche liegende Windung der dritten oder unteren Stirnwindung des Menschen entspreche, die obere und mittlere dann aber sehr wenig von einander gesondert seien.

Seitdem ich indessen die Anthropoidengehirne durch eigene Untersuchung genauer kennen lernte, bin ich von meiner früheren Ansicht insofern zurückgekommen, als ich die unterhalb der genannten Bogenfurche liegende Windung nicht mehr für die untere, sondern für die mittlere Stirnwindung halte, und die untere Stirnwindung nur in einer erst bei den Anthropoiden allmälig in schwachen Anfängen um den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii auftretenden Bogenwindung erkenne (s. meine Abhandl. Beiträge zur Anatomie des Hylobates lacuscies p. 76 u. f.). Es ist damit verbunden, dass ich in der erwähnten Bogenfurche des Affengehirns nicht mehr die homologe Furche mit der ersten primären Radiärfurche des embryonalen und mit dem Sulcus front. inf. des erwachsenen Menschen-Gehirns, sondern nur eine analoge Furche, zur Scheidung zwischen oberer und mittlerer Stirnwindung erblicke. Es würde sehr werthvoll sein, zur vollständigen Aufklärung dieses Verhältnisses Gehirne von Affen-Embryonen zu studiren. In wahrscheinlich noch langer Ermangelung derselben muss ich mich eben an andere Gründe zur Unterstützung meiner auf den ersten oberflächlichen Blick nicht sehr wahrscheinlichen Ansicht stützen.

Wenn man nämlich die genannte Windung bei den Affen für die untere Stirnwindung erklärt, so kommt man mit den beiden oberen Stirnwindungen sehr schlecht zurecht, und kann nur selten eine irgendwie wahrscheinliche Trennung zwischen ihnen auffinden. Man muss dann an-

nehmen, dass sie noch weit mehr bei den Affen als bei dem Menschen zusammenhängen, was doch bei der grösseren Einfachheit der ganzen Anordnung gar nicht wahrscheinlich ist; denn bei dem Menschen vermehren sich ihre Verbindungen in gradem Verhältniss wie beide sich höher in secundären Windungen entwickeln. Beide Windungen würden dann bei den Affen schon an dem vorderen medialen Rande des Stirnlappens ganz ineinander übergehen, und sich nur in dem ganz schmalen, den Sulcus olfactorius medianwärts begrenzenden Gyrus auf die Orbitalfläche fortsetzen, während bei dem Menschen der grösste Theil dieser Orbital-Fläche von der Fortsetzung des mittleren Stirnwindungszuges eingenommen wird. Diese Rolle würde dann bei den Affen die untere Stirnwindung einnehmen, welche bei dem Menschen nur den hinteren Rand der Orbitalfläche bildet.

Es ist ferner für Jedermann einleuchtend, und Gratiolet hat dieses ganz vorzüglich in seiner Note über das von ihm untersuchte Gorilla-Gehirn in den Comptes rendus 1860, Tom. 50, p. 801, auseinandergesetzt und betont, dass das Affengehirn und insbesondere das Gorilla-Gehirn, sich am allermeisten von dem Menschengehirn durch die mangelhafte Entwicklung seines Stirntheiles unterscheidet, und dass diese Mangelhaftigkeit, ausser in der bedeutenden Abflachung, vorzüglich auf der dürftigen Entwicklung der Seiten- und besonders der Orbital-Theile des Stirnlappens beruht. Jeder Affenschädel zeigt diese grossen Verschiedenheiten auf den ersten Blick. Alle besonders niedrigstehende Schädel vom Menschen, insbesondere auch die Mikrocephalen-Schädel, zeigen diese schmale zugeschärfte Beschaffenheit der Stirn, und wenn man nun die Gehirne dieser Schädel untersucht, so sieht man, dass es vorzüglich die untere Stirnwindung ist, welche sich mangelhaft und verkümmert entwickelt zeigt. (S. meine Abhandlung: Ueber ein mikro-

cephalisches achtjähriges Mädchen in den Abhandlungen der Kgl. bayr. Akad. d. W. II. Cl. XI. Bd. II. Abth. p. 14.)

Es ist daher gewiss äusserst unwahrscheinlich, dass, wie Prof. Pansch meint, gerade die untere Stirnwindung bei den Affen sehr stark entwickelt sein soll, die Reduction der ganzen Stirn daher auf Kosten der beiden oberen Stirnlappen beruhen müsste. Als ich daher bei den Anthropoiden-Gehirnen jene kleine von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung ausgehende Bogen-Windung, und in dieselbe eine kleine aus der vorderen oberen Ecke der Fossa Sylvii hervorgehende Furche in dieselbe eindringen sah, so konnte bei mir kein Zweifel bestehen bleiben, dass dieses der wahre vordere Schenkel der Fossa Sylvii und jene kleine Bogenfurche die untere Stirnwindung sei, die sich hier zu entwickeln anfange. Und als negativer, aber gewiss nicht unwesentlicher Beweis für diese Anschauung kommt hiezu, dass w e n n diese Bogenwindung n i c h t diese untere Stirnwindung, und die in sie aus der Fossa Sylvii und in offenem Zusammenhange mit dieser sich herumziehende Furche, n i c h t der vordere Schenkel der Fossa Sylvii sein sollte, man gar nicht angeben kann w a s beide denn wirklich sein sollten.

Dieses führt mich nun aber endlich zur Betrachtung der Furche, welche Prof. Pansch an dem Gorilla-Gehirn und an dem Gehirn anderer Affen, für den vorderen Ast der Fossa Sylvii hält, eine Ansicht, mit welcher, wie ich nicht zweifle, Jeder, der das Gorilla-Gehirn allein für sich betrachtet, übereinzustimmen geneigt sein wird. Ich halte um zu zeigen, dass dieses dennoch ein Irrthum ist, es für das Zweckmässigste wieder von dem menschlichen Gehirn auszugehen.

Wenn wir bei demselben die Orbitalfläche des Stirnlappens betrachten, so sehen wir bekanntlich an deren medialem Rande den Sulcus olfactorius verlaufen, welcher

ausser seiner Bestimmung den Riechnerven aufzunehmen zugleich den an der medialen Fläche des Stirnlappens verlaufenden schmalen ersten oder oberen Stirnwindungszug begränzt. An seiner lateralen Seite breitet sich der zweite oder mittlere Stirnwindungszug aus, und auf ihm macht sich die bekannte H-Furche, Turners triradiate Sulcus, bemerkbar. Dann kommt die an dem hinteren Rande der Orbitalfläche gegen das Trigonum olfactorium hin auslaufende und den Stamm der Fossa Sylvii begränzende dritte oder untere Stirnwindung. Hier an der Gränze zwischen unterer und mittlerer Stirnwindung, beide von einander scheidend, findet sich eine Furche, welche Ecker Sulcus orbitalis, Weisbach (Die Supraorbitalwindungen des menschlichen Gehirns, Wien. med. Jahrbücher Bd. XIX, 1876) Sulcus transversus + S. externus nennt.[2]) Diese Furche zieht nur selten von dem Stamme der Fossa Sylvii wirklich a u s g e h e n d, sondern meist von ihr durch den Ausläufer der dritten Stirnwindung g e t r e n n t, aber doch bis nahe an sie hinreichend, von innen und hinten nach aussen vorn und oben gegen den lateralen Rand der Orbitalfläche des Stirnlappens hin, und endet hier meist von einem Windungs-

---

2) Trotz der grossen Sorgfalt und dem Reichthum an Beobachtungen, mit welcher Dr. Weisbach die Supraorbital-Windungen bearbeitet hat, kann ich mich doch nicht mit dem System, welches er in diese Furchen und Windungen hineinzubringen versucht hat, einverstanden erklären. Ich glaube nicht, dass der Typus dieser Furchen und Windungen in drei Längs- oder Sagital- und einer Querfurche besteht, sondern glaube, dass ausser dem Sulcus olfactorius nur noch sein Sulcus transversus ein typischer ist, ersterer zur Aufnahme des N. opticus, letzterer zur Scheidung zwischen dem Orbitaltheil der unteren und der mittleren Stirnwindung. Der S. transversus entwickelt dann sehr gewöhnlich zwei nach vorn tretende Fortsätze, deren einer der S. medius, der andere der S. externus von Weisbach sind. Doch kommen in der Anordnung der beiden letzteren, eben weil sie nicht typisch sind, sehr viele Varietäten vor.

bogen umgeben, der die hier fast nie fehlende Verbindung zwischen der mittleren und unteren Stirnwindung vermitteln hilft. Häufig verläuft diese Furche in der genannten Art auffällig und isolirt für sich, häufig aber geht auch von ihr, wie schon Ecker bemerkt, ein Ast nach vorwärts, der sich dann mit anderen Furchen an der Orbitalfläche des Stirnlappens zu der H-förmigen Figur gestaltet, und dann kann der eigentliche Verlauf der besprochenen Furche an der Grenze zwischen unterer und mittlerer Stirnwindung undeutlich werden. Aber ganz augenfällig dient sie eben zur Trennung der beiden genannten Windungen von einander an dieser unteren und lateralen Fläche des Stirnlappens, so wie die erste primäre Radiärfurche an der oberen und lateralen Fläche. Beide Furchen streben gegen einander und werden nur meistens durch die oben erwähnten Verbindungs-Windungen zwischen mittlerer und unterer Stirnwindung von einander getrennt. Wie ich sehe erscheinen auch beide Furchen meistens bei dem Fötus zu gleicher Zeit, nämlich am Ende des siebenten und Anfangs des achten Monates, nur nicht immer in gleich deutlicher Weise zu einander gehörig, weil eben die untere oft bald in complicirtere Furchen übergeht.

Diese selbe untere Furche, dieser Sulcus orbitalis oder transversus + externus findet sich nun auch an der Orbitalfläche und gegen den lateralen Rand des Stirnlappens hinziehend bei den Anthropoiden - Affen, und ist diejenige Furche, welche Prof. Pansch für den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii hält. Bei den niedriger stehenden Affen findet sie sich nicht. Bei den in meinem Besitz befindlichen Gehirnen von Macacus- und Cynocephalus - Arten sehe ich sie gar nicht; unter den von Gratiolet abgebildeten Affengehirnen ist es nach diesen Abbildungen möglich, dass sich bei Lagothrix etwas von ihr findet. Zuerst aber tritt sie und ihr Verhalten zur Fossa Sylvii und deren vorderen

Schenkel sehr einfach und klar bei Hylobates hervor. Hier sieht man sie (in meiner Abhandlung über Hylobates leuciscus auf Tab. II. Fig. III und ebenso an den Abbildungen von Gratiolet) an dem hinteren Rande der Orbitalfläche des Stirnlappens, dicht neben dem sog. Trigonum olfactorium und fast an dem Stamme der Fossa Sylvii beginnend, aber nicht aus ihm hervorgehend, lateralwärts nach vorn und oben verlaufen, wo sie von einem Windungsbogen (c) umgeben wird, welchen ich für der mittleren Stirnwindung angehörig erachte. Etwas weiter nach rückwärts befindet sich der vordere Schenkel der Fossa Sylvii (5.) als eine kleine Spalte die offen von dieser letzteren Grube da ausgeht, wo sich ihr grösserer Schenkel noch hinten wendet. Sie kann Nichts anderes als dieser vordere Schenkel der Fossa Sylvii sein, und die kleine Bogenwindung (c) von der sie abgeschlossen wird, kann Nichts Anderes als die rudimentäre untere Stirnwindung sein, die noch einen gemeinschaftlichen Ursprung mit der mittleren Stirnwindung von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung nimmt.

Ganz ebenso ist es bei dem von mir beschriebenen und abgebildeten Hamburger Chimpansé-Gehirn (Sitzungsb. d. II. Cl. d. b. A. d. W. 1871. I) (Nro. I), wo A' der vordere Schenkel der Fossa Sylvii, 2. die mittlere, und 3. die untere Stirnwindung sind, welche beide ebenfalls noch gemeinschaftlich von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung ausgehen. Die Fiss. orbitalis (Ecker) ist hier nicht so prägnant hervortretend und auf der Abbildung nicht bezeichnet, aber ganz deutlich, nur etwas gewundener verlaufend vorhanden, und wiederum beginnt sie, wie ich nach wiederholter Besichtigung des Gehirns nachtragen kann, weiter nach einwärts in der Nähe des Stammes der Fossa Sylvii, aber nicht aus ihr hervorgehend, nicht weit von dem Trigonum olfactorium, und um ihr laterales, vorderes oberes Ende

läuft wiederum in stärker entwickelten Bogen die mittlere Stirnwindung (2.)

Bei dem Dresdener Chimpansé-Gehirn (der Mafoka) verhält sich die Sache wesentlich ebenso.

Nicht anders ist es bei dem von mir beschriebenen und abgebildeten hiesigen Orang-Gehirn (Sitz.-Ber. d. b. A. d. W. II. Cl. 1876 2.) Auch hier sieht man (Fig. II.) den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii bei A', mit der denselben umgebenden unteren Stirnwindung (3.); nach vorne und medialwärts von ihnen die nicht bezeichnete Fiss. orbitalis und um sie herum wiederum den Bogen der mittleren Stirnwindung. Auch an diesem Gehirn dringt die Fiss. orbitalis nicht bis in den Stamm der Fossa Sylvii hinein, und kann gar nicht für ihren vorderen Schenkel gehalten werden. Das von mir erwähnte Dresdner Orang-Gehirn verhielt sich ebenso.

Bei einem Hamburger Chimpansé-Gehirn, welches ich mit Nro. II. bezeichne, ist von einem früheren Beobachter die Fossa Sylvii weit aufgebogen und das Gehirn so erhärtet worden. Hier sieht jeder unbefangene Blick sogleich, dass die von mir als vorderer Schenkel der F. S. bezeichnete Furche unzweifelhaft diesen Namen verdient, der Sulcus orbitalis, welcher gleichzeitig vorhanden ist, aber nicht. Erstere geht gerade da wo es zu erwarten ist von dem Stamm und dem hinteren Aste der F. S. aus; und ist von einer einfachen Bogenwindung, einer unteren Stirnwindung umgeben, welche auch mit der vorderen Windung der Insel sich verbindet. Die zweite Furche, der Sulcus orbitalis, geht aber gar nicht in den Stamm der F. S. über, sondern ist von derselben eben durch die gegen das Tuber olfactorium auslaufende vordere Windung der Insel abgeschieden; dagegen ist sie an der lateralen Seite des Stirnlappens von einem Windungsbogen umgeben, der der mittleren Stirnwindung angehört. Es ist bemerkenswerth, dass an diesem Gehirn sich an der Orbitalfläche der Stirnlappen noch eine

zweite fast parallel mit der Sulcus orbitalis von hinten nach vorn und aussen verlaufende Furche findet, und ich bemerke dieses vorzüglich desswegen, weil an dem Gorilla-Gehirn sich eine ähnliche zweite Furche findet. Die obere Stirnwindung nimmt fast die ganze obere Fläche des Stirnlappens, die mittlere Stirnwindung die laterale und orbitale Partie desselben ein.

Das Hamburger Chimpansé-Gehirn Nr. III, welches leider ziemlich stark gelitten hat, ist besonders dadurch interessant, dass es sich einer Seits an das Gehirn Nro. II, anderer Seits an das Gorilla-Gehirn in Beziehung auf die hier besprochenen Verhältnisse anschliesst, aber die Insel noch bei ihm bedeckt ist. Es ist nämlich hier der vordere Schenkel der Fossa Sylvii und demgemäss auch die sich um ihn herumziehende Bogenfurche der unteren Stirnwindung nur s c h w a c h entwickelt, aber doch ganz deutlich in Uebereinstimmung mit den drei vorausgehend erwähnten Chimpansé-Gehirnen. Aber im Zusammenhang mit dieser schwachen Entwicklung des vorderen Schenkels der F. S. und der unteren Stirnwindung ist der Sulcus orbitalis weiter nach aussen gerückt; er geht besonders rechts ziemlich weit aussen in den Stamm der Fossa Sylvii über, und läuft an der lateralen Fläche des Stirnlappens neben der unteren Stirnwindung in die Höhe, um von einem Windungsbogen der mittleren Stirnwindung abgeschlossen zu werden und man könnte hier schon in Versuchung kommen diesen Sulcus für den vorderen Schenkel der F. S. zu halten, wenn derselbe nicht noch ausserdem vorhanden wäre. (S. Fig. V). Auch hier findet sich an der Orbitalfläche des Stirnlappens eine zweite mit dem Sulcus orbitalis fast parallel laufende Furche wie an dem Chimpansé-Gehirn No. II. Interessant ist es auch, dass an diesem Gehirn die vordere Centralwindung auf der rechten Seite unterbrochen ist, sowie auch meine innere obere Scheitelbogenwindung (der Premier Pli de

Passage externe) nicht an die Oberfläche kommt, sondern in die beiden Occipitalspalten als Pli de Passage supérieur interne hineingesenkt ist.

Es folgt nun das sehr interessante aber schwierig zu analysirende Hamburger Orang - Gehirn. Bei demselben steht die Fossa Sylvii offen und die Spitze der Insel ragt stark hervor. Wer ohne andere Orang- oder Chimpansé-Gehirne zu kennen, dieses Gehirn untersuchen würde, der würde unzweifelhaft sagen: Hier spalte sich der Stamm der Fossa Sylvii um die Insel herum in seine zwei Aeste, und um den vorderen gerade aufsteigenden Ast gruppire sich die untere grosse Stirnwindung. Und doch muss man sich an der Hand der Bekanntschaft mit anderen Chimpansé- und Orang-Gehirnen überzeugen, dass das Verhalten ganz anders ist. Kurz gesagt ist hier nach meiner Ueberzeugung die untere Stirnwindung, anstatt oberflächlich lateral um den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii zu verlaufen, sehr wenig entwickelt und in die Tiefe gesenkt, läuft in der Tiefe um diesen vorderen Schenkel herum, der desshalb nach vorn offen steht und die Insel zum Vorschein kommen lässt. Letztere tritt aber dadurch besonders stark hervor, dass sich der vordere Schenkel der unteren Stirnwindung mit der vordersten Windung der Insel vereinigt hat. Was man auf den ersten Anschein für den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii halten möchte, ist nur der Sulcus orbitalis. Derselbe beginnt auch hier an dem Tuber olfactorium aber ohne in die Fossa Sylvii einzumünden, und zieht dann an der äusseren Seite der Insel vorbei, um sich in den scheinbaren vorderen Schenkel der Fossa Sylvii fortzusetzen und an der lateralen Fläche des Stirnlappens durch einen Bogen der mittleren Stirnwindung abgeschlossen zu werden, welcher dann scheinbar die untere Stirnwindung darstellt. Auf der Orbitalfläche des Stirnlappens ist dann noch ausserdem eine H-förmige Furche vorhanden.

Dieses Orang-Gehirn ist aber auch ferner noch dadurch bemerkenswerth, dass bei demselben auf der rechten Seite wie bei dem Chimpansé-Gehirn III. die vordere Centralwindung in ihrem unteren Drittel unterbrochen ist, links nicht. Dadurch ist dann auch wieder ein besonderes Verhalten der beiden oberen Stirnwindungen und ihres Abganges von der vorderen Centralwindung gegeben. Die obere Stirnwindung nimmt den grössten Theil der oberen Fläche des Stirnlappens ein und geht mit zwei Wurzeln von der vorderen Centralwindung ab. Die mittlere Stirnwindung bildet gewissermassen mit einem aufsteigenden Schenkel das fehlende untere Stück der vorderen Centralwindung und wendet sich dann, in ab- und aufsteigenden Windungen an die laterale und sodann an die Orbitalfläche des Stirnlappens. Merkwürdig ist es, dass auch hier die innere obere Scheitelbogenwindung, die erste sog. Uebergangswindung, auf beiden Seiten scheinbar fehlt, d. h. ganz in die Tiefe gesunken ist, und wie bei niederen Affen als zweite innere Uebergangs-Windung auftritt. Endlich findet sich an diesem Orang-Gehirn die auffallende Abweichung von anderen Orang- und Anthropoiden-Gehirnen, dass der hintere Schenkel meiner ersten Scheitelbogen-Windung (Gratiolets Pli marginal inférieur) um das obere Ende der Fossa Sylvii herum so schwach entwickelt ist, dass er in die Tiefe tritt, und scheinbar dadurch das obere Ende des hinteren Astes der Fossa Sylvii mit dem oberen Ende der Parallelspalte, wie bei der Mehrzahl der niederen Affen zusammenfällt.

Man kommt sehr in Versuchung dieses abweichende Verhalten der oberen inneren Scheitelbogen-Windung und das dadurch hervorgebrachte Zusammenfallen der beiden Occipitalfurchen, die vollständige Ausbildung der sog. Affenspalte, und den mangelhaften Abschluss des hinteren Astes der Fossa Sylvii, mit der mangelhaften Entwicklung des vorderen Schen-

kels der Fossa Sylvii und der mangelhaften Entwicklung oder selbst dem Fehlen der unteren Stirnwindung zu combiniren, und daraus eine niederere Entwicklung des Gehirns dieser Individuen der Anthropoiden und ihr näheres Anschliessen an ihre niedereren Stammverwandten abzuleiten. Nur werden wir jetzt sehen, dass diese Degradationen des Anthropoiden-Gehirns nicht nothwendig zusammengehören, sondern die eine ohne die andere vorhanden sein kann. Denn der Gorilla zeigt die eine, aber nicht zugleich die andere niederere Entwicklungsstufe.

Ich komme nämlich nun endlich zu dem Gorilla-Gehirn, bei welchem, wie erwähnt, gleichwie bei dem oben beschriebenen Orang-Gehirn, die Insel mit ihrer Spitze zwischen den sie umgebenden Windungen auf beiden Seiten frei zu Tage liegt. Bei diesem Gehirn ist der Schein, dass der Stamm der Fossa Sylvii sich, wenn er bis zur Insel gelangt ist, in seine beiden die Insel umfassenden Schenkel theilt, und der vordere Schenkel alsdann an der lateralen Seite des Stirnlappens in die Höhe steigend, von der dritten oder unteren Stirnwindung umfasst wird, so gross, dass es durchaus nicht zu verwundern ist, wenn Prof. Pansch und Andere, welche dieses Verhalten eben nur hier und etwa bei dem erwähnten Hamburger Orang- und selbst noch an dem Hamburger Chimpansé-Gehirn No. III. untersucht haben, dasselbe auch wirklich in der genannten Weise auffassen.

Wer aber an einer grösseren Anzahl von Anthropoiden-Gehirnen die Verhältnisse kennen gelernt hat, der wird sich überzeugen müssen, dass die Sachlage doch eine ganz andere ist. Die Reihenfolge der vorausgehenden Beobachtungen lehrt, dass was man hier bei dem Gorilla für den vorderen Ast der Fossa Sylvii halten möchte, wiederum Nichts Anderes als der Sulcus orbitalis des Menschengehirns ist, welcher hier nur desswegen so täuschend als vorderer Ast der F. Sylvii erscheint, weil er erst sehr weit nach

aussen von dieser Fossa Sylvii sich trennt, und hier wirklich in sie übergeht, während dieses in alle den vorhergehenden Fällen, und selbst bei dem Hamburger Orang, wo doch die Insel auch bloss liegt, nicht der Fall ist, sondern dieser Sulcus orbitalis mehr oder weniger schon in der Nähe des Tuber olfactorius, und nicht in offenem Zusammenhang mit dem Stamm der Fossa Sylvii sich entwickelt. Man überzeugt sich dann auch, dass der um das äussere Ende dieses Sulcus orbitalis sich herumziehende Windungsbogen nicht der unteren, sondern der mittleren Stirnwindung angehört, die untere dagegen gar nicht sichtbar ist, weil sie ganz in die Tiefe gedrängt ist. Auf der rechten Seite spricht die directe Beobachtung vollkommen für diese letzte Auffassung. Man sieht hier, wenn man die Windungen hinreichend auseinanderbiegt, ganz bestimmt, von der gemeinschaftlich für mittlere und untere Stirnwindung von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung abgehenden Wurzel, den äusseren Schenkel der unteren Stirnwindung sich in die Tiefe senken, dann wieder sich erheben und in die vorderste Windung der Insel übergehen. Die kurze Spalte um die sich diese Windung herumzieht und wegen der Einsenkung der zu ihr gehörigen Windung nach aussen offen steht, ist der vordere Schenkel der Fossa Sylvii. Auf der linken Seite ist die Sache nicht so evident, weil der Scheitel dieser kleinen unteren Stirnwindung sehr tief liegt, und sich in die Hemisphären-Masse hineindrängt; aber wer die Sache rechts gesehen und richtig aufgefasst hat, kann auch links nicht in Zweifel bleiben (S. Fig. VI.).

Man darf sich in dieser Auffassung auch nicht dadurch irre machen lassen, dass an der Orbitalfläche des Stirnlappens noch eine andere Furche verläuft, welche man geneigt sein könnte, für den Sulcus orbitalis zu halten. Er ist dieses indessen nicht, wie man bald sieht, wenn man die Verhältnisse genauer ins Auge fasst und namentlich

Dieser Sulcus entspricht der vorderen primären Radiärfurche des menschlichen Embryo.

Die Fissura occipitalis perpendicularis interna (E.) verläuft senkrecht an der medialen Fläche der Hemisphäre zwischen Scheitel- und Hinterlappen. Sie wird oben durch die lateralwärts um sie verlaufende obere innere Scheitelbogenwindung (12.) (Premier Pli de Passage supérieur externe) von der Fissura occipitalis perpendicularis externa (E.') abgeschlossen, und unten durch den Gyrus calcarinus (14.) von der Fissura calcarina (K') getrennt.

Diese Fissura occipitalis perpendicularis externa (E'), die sogen. Affenspalte, ist übrigens sehr vollständig entwickelt, da sie oben bis dicht an die Fissura cerebri magna dringt und von derselben nur durch den schmalen hinteren Schenkel der oberen inneren Scheitelbogenwindung abgetrennt wird. Unten erreicht sie den Rand der Hemisphäre nicht, da sie hier eine Uebergangswindung vom Scheitellappen zum Hinterlappen abschliesst.

Die Fissura calcarina (K') verläuft besonders auf der linken Seite stark gekrümmt an der Grenze der medialen und unteren Fläche des Hinterlappens, geht vorne bis in die Fissura Hippocampi, und ist hinten in zwei Aeste gespalten.

Eine Fissura interparietalis (M.) ist auf beiden Seiten gut entwickelt, geht rechts oben in zwei Schenkel aus, deren vorderer oberer bis nahe an die mediale Fläche der Hemisphäre in den Vorzwickel (6.) eingreift, der hintere bis in die Fissura occipitalis perpend. externa übergeht. Links wird der obere Schenkel durch eine von der hinteren Centralwindung oberflächlich in den Vorzwickel übergehende Wurzel unterbrochen.

Die Fissura parallela s. temporalis superior (F.) dringt auf beiden Seiten sehr weit hinauf in den Scheitellappen ein und endet in demselben mit zwei Aesten.

Eine Fissura parallela secunda (G.) schliesst rechts eines Theils hinten mit einem in die Tiefe dringenden kleinen Windungsbogen ab, theils geht sie noch in eine, die untere Uebergangswindung vom Scheitel- zum Hinter-Lappen umziehende, Furche über. Links ist dieses nicht der Fall, sondern hier theilt sie sich in zwei Aeste, die von einem gemeinschaftlichen Windungsbogen umgeben werden.

Die Fissura collateralis (H.) dringt auf beiden Seiten weit nach vorn in den Schläfenlappen ein und trägt dadurch dazu bei, denselben in vier Windungszüge zu zerlegen.

Die Fissura calloso-marginalis (L.) läuft auf beiden Seiten hinten in zwei Schenkel aus. Der obere (L') reicht bis auf die obere Fläche der Hemisphäre und wird hier durch einen stark lateralwärts laufenden, einen Bestandtheil des Vorzwickels bildenden Windungsbogen umgeben. Links ist dieser Schenkel sogar noch einmal gespalten. Der untere Schenkel dringt in den sogenannten Lobulus quadratus ein und bildet hier eine X-förmige Figur.

Was die Anordnung der Windungen betrifft, so geht nach meiner Anschauung die obere Stirnwindung (1.) auf beiden Seiten breit mit zwei Wurzeln von der vorderen Centralwindung aus, die obere ganz oben neben der Fissura longitudinalis cerebri, die untere noch unterhalb der Mitte. Beide Wurzeln vereinigen und verschmälern sich im weiteren Fortgang nach vorn so, dass sie an der Spitze des Stirnlappens nur noch eine einzige schmale, die Fissura cerebri magna begränzende Windung darstellen, welche nun auf die Orbitalfläche des Stirnlappens übergeht, und an der medialen Seite des Sulcus olfactorius bis zum Trigonum olfactorium nach hinten läuft. Eben diese vollständige Vereinigung der beiden genannten Wurzeln zu einer einzigen auf die Orbitalfläche übergehenden schmalen Windung, ist mir der Beweis, dass sie beide nur zur oberen

Stirnwindung gehören, die untere nicht die mittlere Stirnwindung darstellt, wie Prof. Pansch sie bezeichnet. Denn die mittlere Stirnwindung ist es, die sich vorzüglich an der Orbitalfläche des Stirnlappens am meisten ausbreitet.

Dieses thut denn nun auch der weiter nach aussen liegende Windungszug (2.), den ich desshalb als der mittleren Stirnwindung des Menschen entsprechend halte, obgleich er ganz von dem untern Ende der vorderen Centralwindung da ausgeht, wo bei dem Menschen die untere oder dritte Stirnwindung entspringt. Sie wendet sich zuerst an der lateralen Fläche des Stirnlappens nach vorne und biegt sich dann um das obere Ende des Sulcus orbitalis (B.), die Prof. Pansch für den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii hält, herum auf die Orbitalfläche des Stirnlappens, welche sie, von mehreren secundären Furchen (Triradiade Sulcus Turner) durchzogen, ganz einnimmt. Mit der oberen Stirnwindung steht sie auf der oberen und lateralen Fläche des Stirnlappens nur durch eine kurze in der Tiefe verlaufende Windung in Verbindung, so dass beide oberflächlich durch einen Sulcus frontalis (die vordere primäre Radiärfurche) ganz von einander getrennt sind.

Die untere oder dritte Stirnwindung scheint, wie gesagt, ganz zu fehlen. Wenn man aber das untere Ende der Centralwindungen (den sogenannten Klappdeckel) etwas aufhebt, und in den neben demselben hinansteigende Sulcus orbitalis (B.) hineinsieht, so erblickt man hier eine von dem unteren Ende der vorderen Centralwindung gemeinschaftlich mit der Wurzel der mittleren Stirnwindung ausgehende kleine und kurze Windung (Fig. VI. 3.), welche sich mit ihrem absteigenden Schenkel in die Tiefe um den nach aussen offen stehenden, kurzen vorderen Schenkel der Fossa Sylvii herumzieht, und mit ihrem sich wieder erhebenden Schenkel in die Insel übergeht, und deren vorderste Windung zu sein scheint. Würde sie sich nach

aussen erhoben haben, so würde sie ganz in der Weise wie bei den meisten Anthropoiden-Gehirnen, die äusserlich sichtbare untere kleine Stirnwindung dargestellt haben. Wegen ihres tiefen Verlaufes und ihrer frühzeitigen Verbindung mit der vordersten Windung der Insel, bleibt diese einmal an ihrer Spitze unbedeckt, und sodann wird eben dadurch diese Spitze der Insel stärker, als sie es sonst zu sein pflegt. Das Verhalten ist auf beiden Seiten gleich; nur ist der kleine Windungsbogen der unteren Stirnwindung rechts noch deutlicher als links, weil er hier sich noch tiefer einsenkt.

Die beiden Centralwindungen (4. und 5.) sind an diesem Gorilla-Gehirn charakteristischer entwickelt, als bei allen anderen mir bis jetzt bekannt gewordenen Anthropoiden-Gehirnen. Beide, besonders die hinteren, laufen auf beiden Seiten vielfach gewunden und eingekerbt, die hintere in ihrer Mitte sogar durch eine secundäre Längsfurche getheilt. Der obere Schlussbogen der Centralfurche ist auf beiden Seiten oben ziemlich spitz und rechts ganz in die grosse Hirnspalte hineingedrängt, fast an der medialen Fläche der Hemisphäre. Der untere Schlussbogen ist besonders auf der rechten Seite ziemlich breit, steht nach vorn mit der Wurzel der mittleren und unteren Stirnwindung in Verbindung, und geht nach hinten mit mehrfachen Einkerbungen in dem aufsteigenden Schenkel meiner ersten Scheitelbogenwindung (8.) (Pli marginal supérieur) über.

Der Vorzwickel (6.) (Lobus parietalis superior. Lobule du deuxième Pli ascendant) ist nicht gross, aber windungsreich. Er zeigt auf beiden Seiten die Bogenwindung, in welche der obere Schenkel der Fissura calloso marginalis (L'.) mit ihren beiden Endästen eindringt. Lateralwärts von dieser verläuft eine schräg von vorn und aussen nach hinten und innen ihn durchsetzende Furche. Dann kommt eine Windung, die den hinteren Schenkel der Fissura interparietalis be-

gränzt. Von seiner hinteren Seite geht meine innere obere Scheitelwindung (12.) (Premier Pli de Passage supérieur externe) in charakteristischer Weise horizontal und lateral um das obere Ende der Fissura occipitalis perpendicularis interna herum, und senkt sich mit ihrem etwas in die Tiefe gehenden und schmaleren hinterem Schenkel in den medialen Rand des Hinterlappens.

Meine erste Scheitelbogenwindung (8.) (Pli marginal supérieur) um das hintere Ende des hinteren Astes der Fossa Sylvii ist, wie schon gesagt, in ihrem von dem unteren Ende der hinteren Centralwindung ausgehenden Schenkel reich gefurcht, und von diesem vorderen Schenkel und dem Scheitel des Bogens geht der vordere Schenkel meiner zweiten Scheitelbogenwindung (9.) (Pli courbe) mit zwei Wurzeln aus und umgreift die zwei Endäste der Fissura parallela. Rechts findet sich keine oberflächliche Verbindung zwischen dieser zweiten Scheitelbogenwindung und dem Vorzwickel, daher, wie oben bemerkt, die Fissura interparietalis auf dieser Seite mit ihrem hinteren Aste vollständig durchgreift, was links nicht so offen der Fall ist, wegen einer hier bestehenden Verbindung mit dem Vorzwickel.

Allein von allen mir bekannten Anthropoiden hat dieser Gorilla auch noch eine dritte Scheitelbogenwindung (10.) um das obere Ende der Fissura parallela secunda (G.). Auf der rechten Seite ist dieselbe wenig entwickelt, da sie als ein kurzer Bogen um die genannte Fissur herum in die Tiefe greift und dieselbe desshalb auch nur unvollständig abschliesst. Links dagegen bildet sie sogar einen doppelten Bogen um das gespaltene Ende der erwähnten Furche.

Die mediale Partie des Scheitellappens, der sogen. viereckige Lappen (7.) ist nur schmal und enthält das X-förmig gestaltete untere hintere Ende der Fissura calloso marginalis.

Der Hinterlappen ist durch die beiden Fissurae occipitales (E u. E') oben und innen gut von dem Scheitellappen getrennt. Aussen und unten bildet eine gut entwickelte Uebergangs-Windung (11.) (Pli de Passage inférieur externe) wie bei allen Affen die Verbindung mit dem Scheitellappen. An der medialen Fläche verläuft die Fissura calcarina mit den beiden sie begränzenden Windungen, von denen die obere, Gyrus calcarinus (13.) zwar nach aufwärts, aber nicht lateralwärts gebogen verläuft, und daher die Fissura occipitalis perpend. interna von der Fissura calcarina abtrennt. Der Zusammenhang beider Furchen, als eine Eigenthümlichkeit des Menschen, wird also auch durch den Gorilla nicht beeinträchtigt. Da dieses Verhalten unzweifelhaft mit der Ausbildung des Calcar avis in dem Hinterhorn der Seitenventrikel zusammenhängt, so bleibt dasselbe als Ueberrest des einst so lebhaft geführten Streites über dieses hintere Horn bei den Affen, bestehen.

Auf der hinteren Fläche des Hinterlappens (14.) haben wir einmal die fast bei allen Affenhirnen hier befindliche dreistrahlige Furche stark entwickelt, zu welchen noch eine weitere von aussen und unten nach innen und oben verlaufende tief einschneidende Furche hinzukommt; und sodann an dem Uebergang zur medialen Fläche den rechts doppelten, links einfachen Schlussbogen der Fissura calcarina. Auf der unteren Fläche befindet sich ein sogen. zungenförmiges und spindelförmiges Läppchen, oder besser eine untere innere und untere äussere Hinterhauptswindung Gyrus occipito-temporalis medialis und lateralis (15. u. 16.).

An dem Schläfenlappen kann man wegen der Gegenwart einer Fissura parallela secunda vier Windungen unterscheiden (17—20). Mit den Windungen der übrigen Hirnlappen verglichen, muss man die Windungszüge des Schläfenlappens sehr einfach, ja in ihren vorderen Theilen fast glatt nennen.

Die Heschel'sche Windung in der Fossa Sylvii an der oberen Fläche des Schläfenlappens ist gut entwickelt vorhanden. Der Hacken des Gyrus Hippocampi (20.) zeigt eine Eigenthümlichkeit, welche ich noch an keinem Gehirn, weder eines Affen noch eines Menschen, gesehen habe. Er ist nämlich durch eine Querfurche in zwei Abtheilungen zerlegt. Es ist dieses vielleicht nur eine individuelle Eigenthümlichkeit, aber sie zeigt sich auf beiden Seiten.

Was die Reil'sche Insel oder den Stammlappen betrifft, so ist sie sehr vollkommen, ja stärker als ich es von irgend einem andern Affen kenne, entwickelt. Die Sylvische Grube ist nach Entfernung der Pia mater und der Blutgefässe ansehnlich weit, und die Basis der Insel, mit welcher sie auf dem Streifenhügel und der Vormauer aufsitzt ist breit; die Oberfläche ihres hinteren Theiles ist in zwei schwache Gyri, ihres vorderen Theiles dagegen in drei stark entwickelte Gyri getheilt, deren trennende Furchen ansehnlich tief sind. In dieselben legen sich entsprechende Gyri der benachbarten Hirnpartien, des unteren Bogen-Abschlusses der Centralwindungen und der oberen Schläfenwindung hinein. Die Spitze der Insel ragt, wie mehrmals bemerkt, zwischen den umgebenden Rändern des Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappens frei hervor, und hängt, wie oben beschrieben, mit der unteren oder 3. Stirnwindung zusammen, wodurch grade die starke Entwicklung dieser Spitze der Insel hervorgerufen ist.

Die mediale Fläche endlich beider Hemisphären ist sehr reich in durch tiefe und weite Furchen von einander geschiedenen Windungen entwickelt. Wir haben da die Fissura calloso marginalis, von der nach oben fünf, und mit ihrem hinteren oberen Aste sechs starke Furchen ungefähr parallel hintereinander in die obere Stirnwindung und dann in den Scheitellappen eindringen (22.). Auch der Gyrus Cinguli (21) ist reichlich eingekerbt. Dass das sogen

viereckige Läppchen schmal ist, habe ich schon gesagt. Dann kommt die Fiss. occ perp. int., dann die mediale, von einigen Secundärfurchen durchzogene Fläche des Keils, und dann das hintere Ende der Fissura calcarina mit den sie begränzenden Windungen.

Noch füge ich hinzu, dass auf diesem medialen Durchschnitt der Balken mit dem gerade in seine zwei Blätter zerlegten Septum pellucidum, die aufsteigenden Schenkel des Fornix, das Splenium Corporis Callosi, die Sehhügel mit der durchschnittenen sehr grossen Commissura mollis, die Höhle des 3. Ventrikels mit dem Infundibulum; vor den Sehhügeln das Foramen Monroi, ferner die Commissura anterior und posterior, dann weiterhin die Vierhügel, in ihrer Gestalt mit der des Menschen übereinstimmend, unter ihnen der Aquaeductus Sylvii, sodann die Valvula cerebri anterior, das Dach und der Boden des vierten Ventrikels, der Markbaum des Wurms des kleinen Hirns etc. sehr schön zu sehen sind. — An der Basis ist nur die schwache Entwicklung der übrigens getrennten Corpora mammillaria auffallend.

An dem kleinen Gehirn, sowohl an den Hemisphären als an dem Wurm, finden sich alle Furchen und Lappen, welche an dem menschlichen Gehirn unterschieden werden.

Bei einem Vergleich der Gehirn-Windungen der drei Anthropoiden untereinander, und zwar dreier junger und wahrscheinlich gleichalteriger Thiere, finde ich, dass unzweifelhaft das Gorilla-Gehirn das windungsreichste ist, und zwar an allen Lappen mit Ausnahme des Schläfen-Lappens.

Was die Stirnwindungen betrifft, so scheint mir in Betreff der beiden oberen Stirnwindungen der Vortheil auf Seiten des Gorilla zu fallen, schon weil bei ihm die Centralwindungen sich ansehnlich weiter nach hinten neigen als

bei dem Chimpansé und Orang, bei welchen sie fast senkrecht aufsteigen. Ich gebe keine Maasse in dieser Hinsicht, weil denselben doch keine absolute Richtigkeit zukommen würde, da die Gestalt der Gehirne zu sehr verändert ist; aber der Augenschein spricht für den Gorilla. In Beziehung auf die dritte oder untere Stirnwindung steht das vorliegende Exemplar des Gorilla-Hirns indessen entschieden niedriger als die meisten Chimpansé- und Orang-Gehirne, da bei ersterem diese Windung gar nicht zum Vorschein kommt. Vielleicht verhält sich dieses aber, wie gesagt, bei anderen Individuen anders, da ja auch die verschiedenen Chimpansés und Orangs Verschiedenheiten in der Ausbildung dieser unteren Stirnwindung zeigen, und wäre darauf, wie ich glaube, in Zukunft besonders zu achten.

In Beziehung auf die Scheitelwindungen sind die Centralwindungen bei Chimpansé und Orang selten so entschieden und mit so vielen secundären Furchen und Windungen ausgebildet wie bei dem Gorilla. Der Vorzwickel ist dagegen ebenso entschieden bei dem Gorilla schwächer entwickelt; am grössten dagegen bei dem Orang. Da die obere innere Scheitelbogenwindung auch bei den verschiedenen Chimpansé- und Orang-Gehirnen sehr verschiedene Verhältnisse zeigt, so ist daraus, dass dieselbe bei dem vorliegenden Gorilla-Gehirn oberflächlich verläuft, die beiden Occipitalfurchen wenigstens von einander scheidet, und daher im Allgemeinen eine hohe Entwicklung zeigt, doch noch nicht viel für den Gorilla überhaupt zu folgern; denn es könnte bei anderen Gorilla-Gehirnen anders sein, was meiner Ansicht nach ebenfalls besondere Aufmerksamkeit bei späteren Gelegenheiten verdient. Die seitlichen Scheitelbogenwindungen sind bei dem Gorilla schon insofern stärker entwickelt, als bei ihm eine dritte seitliche Scheitelbogenwindung wenigstens vorhanden ist, während ich sie bis jetzt bei keinem Chimpansé- und Orang-Gehirn gesehen

habe. Vielleicht der grösste Unterschied findet sich an dem Hinterlappen, der bei keinem der anderen Anthropoiden so viele und tiefe Furchen und dem entsprechend zahlreiche Windungen besitzt als bei dem Gorilla. Dagegen erscheint der Schläfenlappen bei diesem am einfachsten, bei dem Orang am meisten mit Secundärfurchen und Windungen versehen. In Beziehung auf die mediale Fläche beider Hemisphären möchten Gorilla und Orang über dem Chimpansé stehen.

Es möchte also im Ganzen wohl darauf hinauskommen, dass keines dieser drei Affengehirne absolut den Vorzug besitzt, sondern das eine in dieser, das andere in einer anderen Richtung. Namentlich kann man wohl wegen eines etwas grösseren Windungsreichthums dem Gorilla noch keinen absoluten psychischen Vorzug einräumen, da dieser grössere Reichthum vielleicht mit der grösseren Muskelmasse und Thätigkeit dieser Bestie zusammenhängt. Ueberhaupt möchte in Hinsicht auf diesen Vergleich noch die Bekanntschaft mit einer grösseren Zahl von Gehirnen erwachsener Thiere abzuwarten sein.

Beschreibung der Abbildungen.

Die Abbildungen sind nach photographischen Aufnahmen möglichst genau in natürlicher Grösse ausgeführt.

Fig. I. zeigt das Gehirn des Gorilla von oben, etwas nach vorn geneigt und daher die Stirn etwas verkürzt, weil es mir vorzüglich auf die hintere Scheitelgegend bei dieser Darstellung ankam.

Fig. II. Rechte Hemisphäre des Gorilla-Gehirns, von unten und etwas von der Seite, um den Stamm der Fossa Sylvii (A.), den hinteren Ast derselben (A''), den Sulcus orbitalis (B.) und die freiliegende Spitze der Insel zu zeigen.

Fig. III Dieselbe Ansicht des Hamburger Chimpansé-Gehirns Nro. III. Auch hier sieht man die Fossa Sylvii in ihrem Stamm (A), dem vorderen Aste (A'), dem hinteren Aste (A''); den Sulcus orbitalis (B.) und die äusserste Spitze der Insel. Aus dem Vergleich der beiden letzten Figuren ergiebt sich, dass B. nicht der vordere Ast der Fossa Sylvii, sondern des Sulcus orbitalis ist.

Fig. IV. Ansicht des Gorilla-Gehirns von hinten. Die Abbildung ist etwas zu gross ausgefallen.

Fig. V. Mediale Fläche der linken Hemisphäre des Gorilla-Gehirns.

Fig. VI. Abbildung des Wachsmodells der linken Hemisphäre des Gorilla-Gehirns von aussen, an welchem ein Stück des Stirnlappens herausgeschnitten ist (was an dem natürlichen Gehirn nicht möglich war), um die kleine in die Tiefe dringende untere Stirnwindung (3.) zu zeigen.

Für alle Figuren gelten nachfolgende Bezeichnungen:

A. Stamm der Fossa Sylvii.
A'. Vorderer Ast derselben.
A''. Hinterer Ast derselben.
B. Sulcus orbitalis (Ecker); transversus plus externus (Weisbach).
C. Sulcus frontalis (Ecker).
D. Fissura centralis s. Rolando.
E. Fissura occipitalis perpendicularis interna.
E'. Fissura occipitalis perpendicularis externa.
F. Fissura parallela s. temporalis superior.
G. Fissura parallela secunda s. temporalis media.
H. Fissura collateralis s. temporalis inferior.
K. Fissura Hippocampi.
K'. Fissura calcarina.

L. Fissura calloso-marginalis.
L'. Oberes hinteres Ende dieser Fissur.
M Fissura interparietalis.

1. Obere Stirnwindung.
2. Mittlere Stirnwindung.
3. Untere Stirnwindung.
4. Vordere Centralwindung.
5. Hintere Centralwindung.
6. Vorzwickel (Lobule du deuxième Pli ascendant).
7. Mediale Fläche dieses Vorzwickels (Lobule quadrilatère).
8. Erste oder vordere Scheitelbogenwindung (Pli marginale supérieur).
9. Zweite Scheitelbogenwindung (Pli courbe).
10. Dritte Scheitelbogenwindung.
11. Untere Uebergangs-Windung (Pli de Passage inférieur erterne).
12. Vierte oder innere obere Scheitelbogenwindung (Premier Pli de Passage externe).
13. Gyrus calcarinus (beim Menschen fünfte oder innere untere Scheitelbogenwindung. Pli de Passage inférieur interne).
14. Zwickel oder oberes Hinterhaupts-Läppchen.
15. Untere innere Hinterhauptswindung oder zungenförmiges Läppchen.
16. Untere äussere Hinterhauptswindung oder spindelförmiges Läppchen.
17. Erste Schläfenwindung.
18. Zweite Schläfenwindung.
19. Dritte Schläfenwindung.
20. Vierte Schläfenwindung; Gyrus Hippocampi.
21. Zwingenwulst; Gyrus cinguli.
22. Mediale Fläche der oberen Stirnwindung.

Oeffentliche Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 118. Stiftungstages

am 28. März 1877.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe Herr v. Kobell las nachstehende Nekrologe:

Christian Gottfried Ehrenberg.

Geb. am 19. April 1795 zu Delitzsch, Prov. Sachsen.
Gest. am 28. Juni 1876 zu Berlin.

Ehrenberg machte seine vorbereitenden Studien in Schulpforta und ging 1815 nach Leipzig, um an der Universität Theologie zu studiren, wandte sich aber bald medicinischen und naturhistorischen Studien zu. Er promovirte 1818 zu Berlin als Doctor der Medicin und Chirurgie. Schon damals beschäftigten ihn die kleinsten organischen Körper und ihre Entwicklung und er untersuchte daraufhin Pilze und Schimmelbildungen. 1820 gewährte ihm und seinem Freunde Dr. Hemprich die Akademie der Wissenschaften in Berlin die Mittel zu einer Reise nach Aegypten. Sie bereisten Ober- und Mittel-Aegypten und einen Theil von Unterägypten, worauf sie eine Reise an's Rothe Meer und nach Suez unternahmen und die Korallenbänke im Rothen Meere eingehend untersuchten. Nach mannigfachen

Wanderungen in Syrien und Arabien verlor Ehrenberg seinen Gefährten, der in Massaua am Fieber starb. Im Herbst 1826 nach Europa zurückgekehrt, wurde er an der Universität zu Berlin zum ausserordentlichen und 1839 zum ordentlichen Professor in der medicinischen Facultät ernannt und 1842 zum Secretär der Akademie der Wissenschaften. Er beschrieb seine Reise unter dem Titel „Naturgeschichtliche Reisen durch Nordafrika und Westasien 1820 bis 25 von W. F. Hemprich und C. G. Ehrenberg.“ 1829 begleitete er, mit G. Rose, Al. v. Humboldt nach dem Ural und bis zum Altai.

Er hat seine anfänglichen Studien über die kleinsten organischen Wesen unausgesetzt verfolgt und weiter geführt und erwarb sich einen hervorragenden Namen durch seine Schrift „Organisation, Systematik und geographisches Verhältniss der Infusionsthiere (Berlin 1830). Seine vielen Arbeiten führten ihn zu dem Schlusse, dass die früher angenommene Generatio spontanea oder aequivoca nicht haltbar sei und er erkannte, dass eine Menge neuer Bildungen von Bergmehl, Kieselguhr, Polier- und Saugschiefern aus Panzer-Infusorien bestehen. In einer Abhandlung über „die lebende Dammerde“ bespricht er das Verhalten der noch lebenden Bacillarien, welche in den Gewässern des Berliner Thiergartens in grösster Mannigfaltigkeit und in solcher Menge vorkommen, dass man leicht in einen Tag bis ½ Zentner davon sammeln kann. Nach seiner Berechnung enthält ein Cubikzoll des Schlammes 1½—5 Millionen dieser Thierchen.

Eine besondere Untersuchung hat er der Kreide gewidmet, in welcher er Polythalamien-Reste als wesentlichen Bestandtheil erkannte, so in der Kreide von Rügen, von den dänischen Inseln, von Norwich in England, Meudon bei Paris, Girgenti in Sicilien und in vielen andern. 1 Kubikzoll Kreide enthält über 10 Millionen der Polythalamien, deren Schalen theils kalkig, theils kieslig. Diese Bildungen

von grösster Ausdehnung erkannte er auch im Grünsand und fortsetzend in den eocenen Tertiärgebilden. Er suchte und fand die mikroskopischen Organismen in der Atmosphäre und deren Niederschlägen auf Bäumen, Dächern etc., im Passat- und Scirocco-Staub und in den Schlammproben vom Meeresgrund, im Elbe- und Nilschlamm etc. Er schliesst, dass die besprochenen felsbildenden Thierchen gleichzeitig über die ganze Erdoberfläche verbreitet gewesen zu sein scheinen, von Meerestiefen bis 12000 Fuss und wieder bis zu 14000 Fuss Alpenhöhe. Eine systematische Zusammenstellung seiner fast zahllosen Beobachtungen gibt das Werk „Mikrogeologie" (Leipzig 1856). Den Aufbau von Felsmassen in einer Mächtigkeit über 1000 Fuss durch die Infusorien-Gebilde erklärt er mit der ausserordentlich schnellen Entwicklung der Kieselthierchen und ihre Vermehrung durch Selbsttheilen. Er hält seine Behauptung aufrecht, dass die sogenannten Infusions-Thierchen bis zu den Monaden und Kiesel-Infusorien Thiere seien und nicht pflanzlicher Bildung, wie man von einigen Seiten geltend zu machen gesucht hat. Wie dem sein möge, so ist das hohe Verdienst, welches sich Ehrenberg erworben, indem er nachgewiesen, welchen wichtigen Antheil organisches Leben an der Bildung der Erdrinde genommen hat, ein anerkanntes und bleibendes.

Karl Ernst v. Bär.

Geb. 1792 am 28. Febr. auf dem Landgut Piep in Esthland.
Gest. 1876 am 28. Nov. in Dorpat.

Bär machte seine ersten Studien auf der Ritter- und Domschule zu Reval. Er zeigte frühzeitig eine Vorliebe für Naturwissenschaften, besonders für Botanik. Er studirte dann zu Dorpat Medicin, unter Burdach Anatomie und Physiologie, und nachdem er auf einer wissenschaftlichen Reise nach Deutschland in Würzburg Ignaz Döllinger kennen ge-

lernt, übten dessen Vorträge namentlich über vergleichende Anatomie eine folgenreiche Anziehung auf ihn aus. Döllinger beschäftigte ihn auch viel mit praktischen Arbeiten in der Anatomie und er erwähnt dieses Lehrers, der ihn in's rechte Fahrwasser gebracht habe, in seiner Selbstbiographie mit grosser Verehrung. Die Lehrart Döllingers, der immer das Wesentliche von dem Unwesentlichen hervorzuheben verstand und aller Gelehrtthuerei fremd war, hat entschieden auch auf die Klarheit der Anschauungen Bär's bei seinen Studien Einfluss gehabt.

1817 erhielt Bär die Stelle eines Prosectors zu Königsberg und wurde 1819 zum Professor der Zoologie ernannt. 1826 trat ihm Burdach die Leitung der dortigen anatomischen Anstalt ab. Auf einen erhaltenen Ruf ging er 1829 nach Petersburg, wo ihn die Kaiserl. Akademie zum Mitglied ernannte, kehrte zwar, Familienverhältnisse wegen schon im folgenden Jahre wieder nach Königsberg zurück, nahm aber 1833 die gebotene Stellung bei der Petersburger Akademie definitiv an. Er hatte damals bereits Vorlesungen über Anthropologie und seine wichtige Schrift „De ovi mammalium et hominis genesi (1827) publicirt, welchem sein Hauptwerk „Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere (1828) folgte. Nach seiner Uebersiedlung unternahm er von Petersburg aus mehrfache und ausgedehnte Reisen, welche seine Forschungen erweiterten und bereicherten, so 1837 im Auftrag der Akademie eine Reise über Archangelsk nach Novaja Semlja, eine zweite 1840 in Begleitung von A. Th. v. Middendorff und des Herrn Pankewitsch nach der Ost- und Nordküste des russischen Lappland, besuchte das südliche Finnland und die Inseln des Finnischen Meerbusens und um die Mannigfaltigkeit der Thierwelt auch in einem südlichen Meere beobachten zu können, begab er sich 1845 und 1846 nach Triest und Genua. Als 1851 auf Anordnung des Ministers der Reichsdomänen Graf Kisseleff eine

wissenschaftliche Expedition zur Untersuchung der Fischerei im Peipus-See und im Baltischen Meere ausgerüstet wurde, hat Bär ihre Leitung übernommen und schloss weiter eine Untersuchung der Fischereien Schwedens an. Diese Unternehmungen sollten als Vorbereitung zur Untersuchung der grossen und staatswirthschaftlich wichtigen Fischereien im Kaspischen Meer dienen, welche ihm zugetheilt wurden und sich von 1853 an auf fast 4 Jahre ausdehnten. Er hat später noch weitere Reisen in Russland ausgeführt. Dabei hat er sich auch wie um die Naturgeschichte, grosse Verdienste um die Länder- und Völkerkunde erworben.

Die Glanzpunkte seines unermüdlichen Forschens sind auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere die Entdeckung des Eierstockeies, wovon ausgehend er der Wissenschaft die Bahnen brach und die Ziele aufwies. Durch seine ethnographischen Studien gab er auch den Hauptimpuls zu den anthropologischen Bestrebungen der neueren Zeit.

1863 gab Bär vorgerückten Alters wegen seine Stellung als ordentliches Mitglied der Petersburger Akademie auf. Bei Gelegenheit seines 50jährigen Doctorjubiläums (29. August 1864) entsprach er der Aufforderung der Esthländischen Ritterschaft, eine Selbstbiographie zu entwerfen, welche zuerst als Festausgabe und in einer weiteren stärkeren Auflage mit einem Verzeichniss seiner zahlreichen Schriften erschienen ist. Bemerkenswerth sind unter diesen die sehr interessanten Reden und Aufsätze vermischten Inhalts. Es wird auch die Darwin'sche Lehre besprochen, welche Bär als eine geistreiche Hypothese betrachtet, die in hohem Grade beachtenswerth. Der Gedanke, dass die verschiedenen Lebensformen aus einander hervorgegangen, liege viel näher, als dass alle einzelnen Formen besonders geworden seien. Das gelte aber nur innerhalb gewisser Gränzen. Er

unterzieht Darwin's Lehre einer eingehenden Kritik, warum der Act einer ersten Zeugung oder Schöpfung, der doch angenommen werden müsse, sich nicht habe wiederholen können, ob die Forderung unendlich langer Zeiträume für die verlangten Umwandlungen allgemein eine berechtigte sei, dass Beispiele genug vorliegen, wie ein Wechsel lokaler Verhältnisse keine Formverschiedenheit bei Thieren hervorgebracht habe, ausser dass sie verkümmert seien u. s. w. Insbesondere tritt er der Ansicht Darwin's entgegen, die ganze Geschichte der Organismen nur als einen Erfolg materieller Einwirkungen und nicht als eine Entwicklung zu betrachten und zwar als eine zielstrebige, denn die Nachkommen sollen die Organisation der Erzeuger erreichen. Ueberall spricht er einfach und klar und theilt die Ansichten der berühmtesten Forscher über den Gegenstand mit; die ganze Abhandlung bekundet die grosse Vielseitigkeit des Mannes, dessen Thätigkeit sich denn auch wohlverdienten Ruhm erworben, wie ihm sein edler Charakter allgemeine Verehrung zugewendet hat.

Johann Christian Poggendorff.

Geb. 1796 am 29. Dec. zu Hamburg.
Gest. 1877 am 24. Jan. zu Berlin.

Poggendorff erhielt seine erste Bildung auf dem Johanneum zu Hamburg und in einer Erziehungsanstalt des Etatsrath's Fiedler zu Schiffbeck. Er bestimmte sich anfangs für die Pharmacie und arbeitete darin von 1812—20, dann studirte er zu Berlin die physikalischen Wissenschaften. Im Jahre 1821 erschien von ihm in der Isis von Oken seine erste wissenschaftliche Abhandlung „Ueber den Magnetismus der Volta'schen Säule", worin er fast gleichzeitig mit Schweigger die Principien des Multiplicators entwickelte. Diese Entdeckung, welche durch Oerstedt's Beobachtung

über die Ablenkung der Magnetnadel durch den elektrischen Strom veranlasst worden war, machte erst das Erkennen schwacher galvanischer Ströme möglich. Im Jahre 1824 übernahm er als Nachfolger Gilbert's die Redaction der Annalen der Physik und Chemie und hat das ausgezeichnete Journal bis zu seinem Tode fortgeführt. Er begründete auch mit Liebig und Wöhler 1842 das Handbuch der reinen und angewandten Chemie, welches später Kolbe und Fehling redigirt haben.

Poggendorff's zahlreiche Arbeiten betreffen fast alle Theile der Physik und auch das Gebiet der Chemie und namentlich durch seine galvanischen Untersuchungen wurden neue Bahnen für die Experimentalforschung eröffnet. Das von ihm erfundene Instrument zum Messen kleiner Winkel der magnetischen Abweichung, wobei er den nach ihm benannten Spiegel anwendete, ist von Gauss einige Jahre später unter dem Namen Magnetometer benützt und ist damit eine Reform der Mehrzahl der Messinstrumente herbeigeführt worden.

Sehr schätzbar sind seine Zusammenstellungen und Berechnungen der Resultate chemischer Analysen, über die Atomgewichte der Elemente und ihrer binären Verbindungen, über die Leistungen der Volumtheorie und über die Relationen ternärer Verbindungen etc. Er schrieb über electrothermische Zersetzungen und eudiometrische Methoden, über Lichtpolarisation etc.

Seine Gedächtnissrede auf Th. J. Seebeck, 1839 in der Berliner Akademie gehalten, bekundet seine Bekanntschaft mit den Fortschritten der physischen Wissenschaften und ist reich an Bemerkungen über die betreffenden Entdeckungen. Im Jahre 1834 wurde er zum Dr. der Phil. in Berlin und 1844 zum Dr. der Medicin in Königsberg ernannt. An der Universität Berlin war er seit 1834 Pro-

fessor der Physik und wurde 1839 in die Akademie gewählt.

1853 hat er eine Schrift „Lebenslinien zur Geschichte der exacten Wissenschaften seit Wiederherstellung derselben" herausgegeben, welcher dann eine weitere Ausführung in seinem trefflichen Biographisch-literarischen Handwörterbuch 2 Thle. gefolgt ist.

Wilhelm Friedrich Benedict Hofmeister.

Geb. 1824 am 18. Mai zu Leipzig.
Gest. 1877 am 12. Jan. zu Lindenau bei Leipzig.

Hofmeister hat nicht in regelmässigem Studiengange, wie sonst bei Gelehrten der Fall ist, seine Kenntnisse erworben und erweitert, seine erste Thätigkeit betraf die Musikalienhandlung Firma „Friedrich Hofmeister" in Leipzig, deren Mitbesitzer er war, aber seine Liebe zur Botanik und ein geniales Beobachtungstalent stellte ihn bald mit Auszeichnung in die Reihe der ersten Fachmänner. Besonders haben seine Arbeiten im Gebiete der Pflanzenphysiologie seit 1847 die Bewunderung der Botaniker erregt und wesentlich dazu beigetragen, gegenüber von Schleiden den Vorgang der Pflanzenbefruchtung zu erklären und festzustellen. Martius sagt von ihm: W. Hofmeister behandelt die ausserordentlich zarten, mühsam darzustellenden, und nur unter den stärksten Vergrösserungen wahrnehmbaren Objecte und ihre Entwicklung mit einer Feinheit, Sicherheit und Eleganz, die kaum ihres Gleichen haben. Zugleich beherrscht er mit seltener Gedankenklarheit und auf richtige, morphologische Grundsätze fussend, alle einschlägigen Thatsachen und verfolgt sie in verständiger Methode auf allen Stufen des Pflanzenreichs. Er hat daher immer auch jene Objecte taktvoll herausgegriffen, deren Erkenntniss als Schlüssel zu anderweitigen glücklichen Combinationen dienen kann. So

schliessen sich an die Forschungen über die Befruchtungen der Phanerogamen andere an über die Entwicklungsgeschichte und Fruchtbildung der höheren Kryptogamen und der Zapfenbäume. Auch anderweitige Resultate für die allgemeine Histologie und für die topographische Phytotomie hat man ihm zu danken."

Wegen dieser seiner wissenschaftlichen Verdienste wurde er 1863 als Professor der Botanik nach Heidelberg berufen, wo er bis zum Herbst 1872 blieb und dann an die Hochschule zu Tübingen übersiedelte. Er war Mitglied mehrerer gelehrten Gesellschaften und der Berliner Akademie seit 1874. Die holländische Gesellschaft der Wissenschaften hat ihm die grosse Boerhave-Medaille zuerkannt als ihr magnum praemium „de botanica bene merito."

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der k. ungarischen geologischen Anstalt in Budapest:

Mittheilungen aus dem Jahrbuche. Bd. V. 1876. 8.

Vom Verein für Landeskunde von Niederösterreich in Wien:

Bericht über die niederösterreichische Landesirrenanstalt Ybbs, in Verbindung mit dem ärztlichen Jahresberichte pro 1872. 8.

Von der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Zürich:

Neue Denkschriften. Bd. XVII. 3. Dekade Bd. VII. 1876. 4.

Vom geological Museum in Calcutta:

a) Memoirs of the Geological Survey of India. Vol. IX. Part. 2. 1875. 4.
b) Records of the Geological Survey of India. Vol. IX. 1876. 4.

Von der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:

Mittheilungen. Heft X. 1876. Fol.

Von der Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. XXXVII. 1876. 8.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Novembre 1876.

Von der Académie des sciences, belles-lettres et arts in Lyon:

Mémoires. Classe des Sciences. Tom. 21. 1875. 76. 8.

Von der Accademia delle scienze fisiche e matematiche in Neapel:

a) Atti. Vol. VI. 1875. 4.
b) Rendiconto. Anno XII. XIII. XIV. 1873—1875. 4.

Von der Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Nouveaux Mémoires. Tom. XIII. Livr. V. 1876. 4.

Von der Société Royale des Sciences in Upsala:

Bulletin météorologique. Vol. VII. Année 1875. 4.

Von der Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. VII. 1873. 8.

Von der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. Neue Folge Bd. XI. Jahrgang 1874. 4.

Von der k. k. Sternwarte in Wien:

Annalen III. Folge. Band XXV. Jahrgang 1875. 8.

Von der medizinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen aus den Jahren 1875/76. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. Jahrgang VIII. Berlin 1876. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg:

Uebersicht der Aemter-Vertheilung und wissenschaftlichen Thätigkeit des naturwissenschaftl. Vereins zu Hamburg. 1876. 4.

Von der schwedischen Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

Astronomiska Jaktagelser. Bd. I. 1875. 4.

Von der Medical and Chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. II. Series. Vol. 41. 1876. 8.

Von dem Observatorio in Madrid:

a) Observaciones meteorológicas 1871--72 y 1872—73. 8.
b) Resumen de las observaciones meteorológicas 1871 - 72 y 1872—73. 8.
c) Anuario. Año 13. 14. 1873. 1876. 8.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 84. 4.

Von der U. S. Coast Survey Office in Washington:

Report of the Superintendent of the U. S. Coast Survey, showing the Progress of the Survey during the years 1869—1873. 1872—75. 4.

Von der U. S. Geological Survey of the Territories in Washington:

Report of the U. S. Geological Survey of the Territories. Vol. IX. X. 1876. 4.

Vom Bureau of Navigation in Washington:

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1879. 8.

Vom Observatory in Cincinnati:

Publications. I. Catalogue of new double stars. 1876. 8.

Vom Jardin impérial de botanique in St. Petersburg:

Acta horti Petropolitani. Tom. IV, 1. 2 et Suppl. ad Tom. III. 1876. 8.

Von der schweizerischen geologischen Commission in Bern:

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Lief. XIV. 1877. 4.

Vom naturforschenden Verein in Brünn:

Verhandlungen. XIV. Band. 1875. 8.

Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues in den k. preussischen Staaten für Gärtnerei und Pflanzenkunde in Berlin:

Monatsschrift. 19. Jahrgang. Januar-Dezember. 1876. 8.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien;

Jahrbuch. XXVI. Bd. 1876. 8.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Décembre 1876. 8.

Von der Reale Accademia delle scienze in Turin:

Bolletino meteorologico ed astronomico. Anno IX. X. 1874 u. 1875. 4.

Von der Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. 19. Tasc. III. 1877. 8.

Von der società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Atti Vol. V. Anno 1876. 8.

Von der Société d'agriculture et d'industrie agricole in Dijon:

Journal d'agriculture de la Côte-d'or. Année 1876. 38 Vol. 8.

Von der Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. Année 1877. Tom. XI. 1877. 8.

Vom Herrn A. W. Volkmann in Halle:

Zur Theorie der Intercostalmuskeln. 1876. 8.

Vom Herrn R. Hoppe in Leipzig:

Archiv für Mathematik und Physik. 60. Thl. 1876. 8.

Vom Herrn O. Chwolson in St. Petersburg:

Ueber einen von M. H. von Jacobi construirten Quecksilber-Rheostaten. 1876. 8.

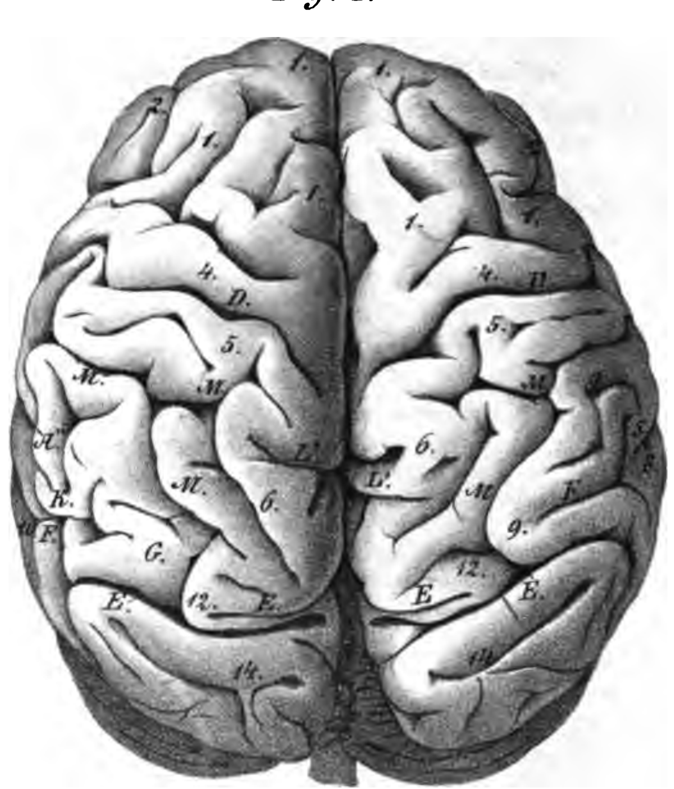
Vom Herrn Giovanni Omboni in Venedig:

Di due antichi ghiacciaj che hanno lasciato le loro tracce nei sette comuni. 1876. 8.

Vom Herrn E. J. Brill in Leyden:

Pars supellectilis anatomicae, sive catalogus craniorum quae dicuntur nationalia. Collegit G. C. B. Suringar. 1876. 8.

Fig. I.




LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

Fig. II.

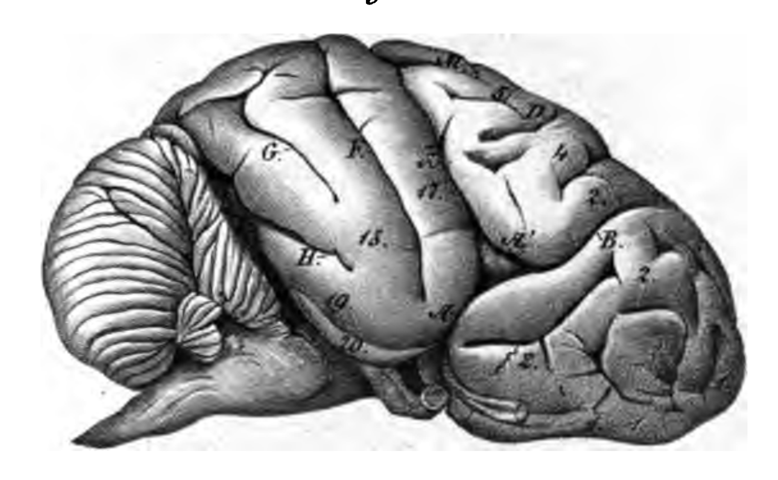
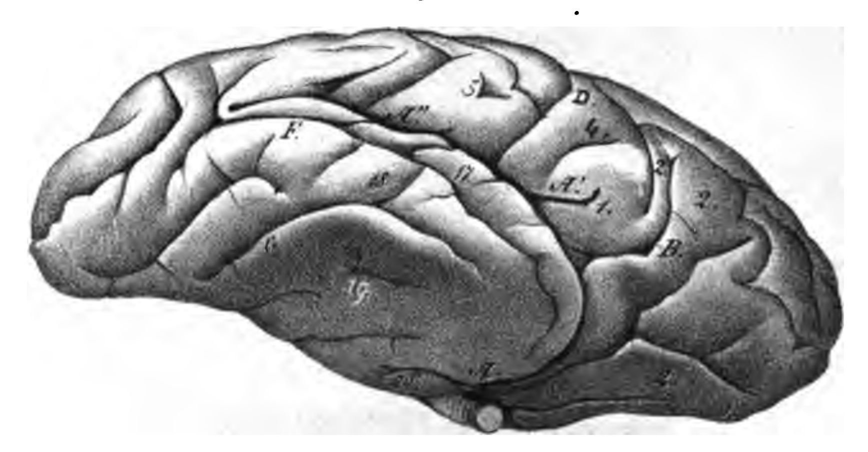


Fig. III.




LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

Fig. IV.

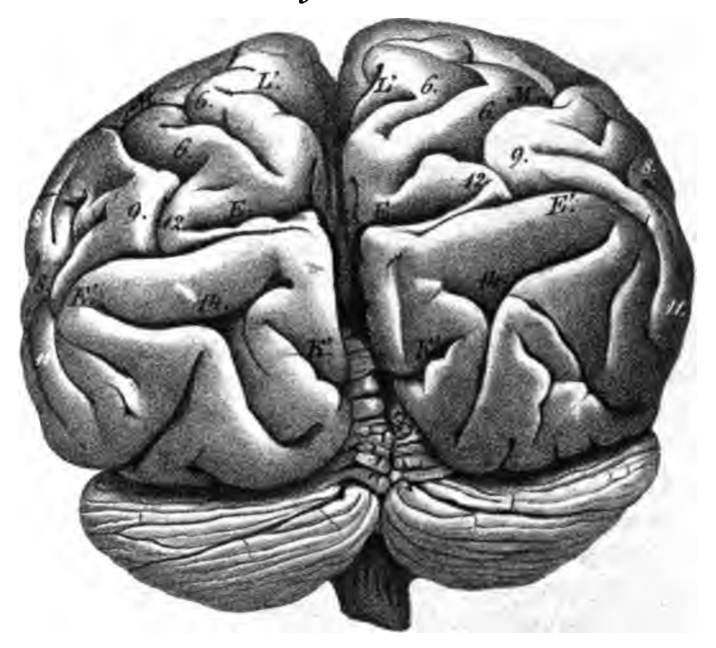


Fig. V.

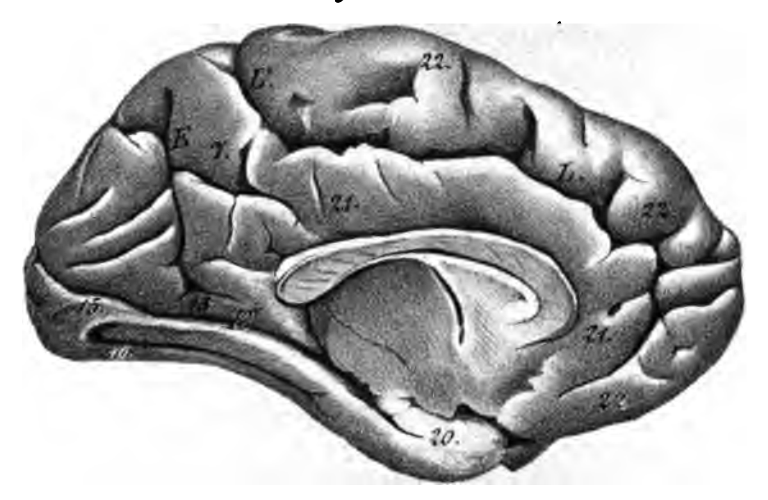
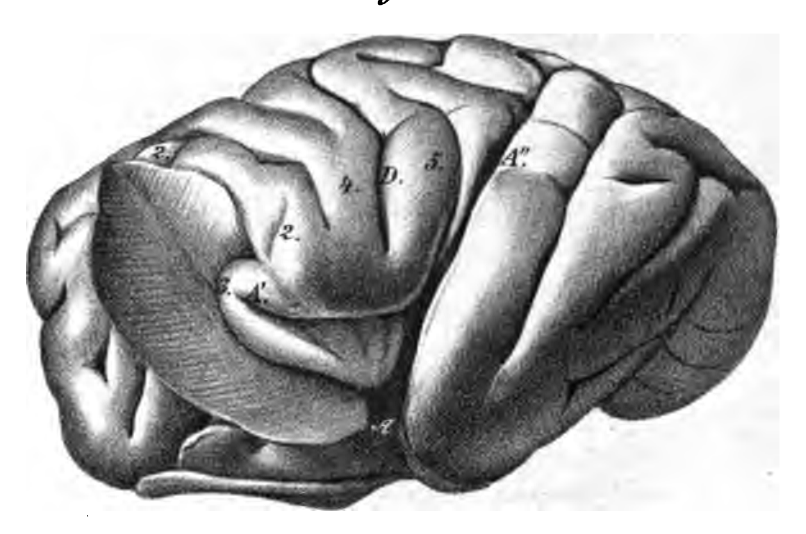


Fig. VI.




LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 5. Mai 1877.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Zittel berichtet:

„Ueber den Fund eines Skeletes von Archaeopteryx im lithographischen Schiefer von Solenhofen".

Im Jahre 1861 wurden die geologischen und zoologischen Kreise durch den Fund eines befiederten Thieres aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen in eine gewisse Aufregung versetzt. Prof. A. Wagner erklärte das langgeschwänzte Skelet auf Grund einer von Dr. Oppel hergestellten Skizze für ein Reptil und legte demselben den Namen Gryphosaurus bei. Die genaue Untersuchung des in den Besitz des Britischen Museums übergegangenen Exemplars führte indess Sir Rich. Owen zu dem Resultat, dass das Skelet von einem ächten Vogel (Archaeopteryx) herrühre, welcher allerdings durch den langen, beiderseits mit Federn besetzten Schwanz von allen übrigen Vögeln abweiche. Mit Ausnahme einer Feder, von welcher

die Hauptplatte im Münchener, die Gegenplatte im Berliner Museum liegen, hat sich innerhalb 17 Jahren keine weitere Spur von Archaeopteryx gezeigt.

In diesem Frühjahre nun ist es dem Entdecker des ersten Skeletes, Herrn Häberlein in Pappenheim, geglückt ein zweites Exemplar aufzufinden. Dasselbe liegt in einer dünnen Platte lithographischen Schiefers und scheint, soweit sich nach den die Lage der einzelnen Knochen andeutenden Erhöhungen auf beiden Seiten der Platte schliessen lässt, ziemlich vollständig zur Ablagerung gelangt zu sein. In den Dimensionen steht das neue Skelet dem früheren um ein geringes nach. Die Platte ist in zwei Stücke zerbrochen. Das kleinere enthält den Schwanz und Theile der Hinterfüsse; alles übrige liegt in der Hauptplatte unter einer ziemlich harten, wenn auch dünnen Gesteinsdecke verhüllt. Es ist Herrn Häberlein übrigens gelungen ein etwa handbreites Stück, in welchem sich gerade der hintere Theil des Schwanzes befindet, frei zu legen und hier sieht man die Federn zu beiden Seiten der verlängerten Schwanzwirbel in untadeliger Schönheit erhalten. Das Ausarbeiten des übrigen Skeletes wird, wenn es die Beschaffenheit der Knochen und des Gesteins überhaupt gestatten sollten, eine sehr geschickte und kundige Hand bedürfen.

Herr L. Seidel sprach:

„Ueber eine einfache Entstehungsweise der Bernoulli'schen Zahlen und einiger verwandten Reihen".

1.

(Worterklärung.) Wenn zu einer Grössenreihe a, b, c, d, ... von unbestimmter Ausdehnung die Differenzen gebildet werden

$$\Delta b = b - a$$
$$\Delta c = c - b$$
$$\Delta d = d - c$$
$$\text{etc.}$$

darauf aus diesen die zweiten Differenzen

$$\Delta^2 c = \Delta c - \Delta b$$
$$\Delta^2 d = \Delta d - \Delta c$$
$$\text{etc.}$$

ferner die dritten

$$\Delta^3 d = \Delta^2 d - \Delta^2 c$$
$$\text{etc.}$$

und so fort, sodass das nur nach links und nach oben begrenzte Differenzen-Tableau entsteht:

$$
\begin{array}{llllllll}
a & & & & & & & \\
 & \Delta b & & & & & & \\
b & & \Delta^2 c & & & & & \\
 & \Delta c & & \Delta^3 d & & & & \\
c & & \Delta^2 d & & \Delta^4 e & & & \\
 & \Delta d & & \Delta^3 e & & \Delta^5 f & & \\
d & & d^2 e & & \Delta^4 f & & \dots & \\
 & \Delta e & & \Delta^3 f & & \dots & & \dots \\
e & & d^2 f & & \dots & & \dots & \\
 & \Delta f & & \dots & & \dots & & \\
f & & \dots & & \dots & & & \\
 & \dots & & \dots & & & & \\
\dots & & \dots & & & & & \\
 & \dots & & & & & & \\
\dots & & & & & & &
\end{array}
$$

so soll im Folgenden die Grössen-Folge a, b, c, d, . . . die Stammreihe und die Grössenfolge a, Δb, $\Delta^2 c$, $\Delta^3 d$, ... welche die andere Begrenzung des Tableau's bildet, die Terminal-Reihe der Kürze halber genannt werden [1]).

Alsdann findet folgender Satz statt, in welchem sich wahrscheinlich die einfachste Genesis der Bernoulli'schen Zahlen ausspricht:

Beginnt man die Tabelle mit der Zahl $a = V_0 = 1$ und setzt sie durch weitere Grössen $b = V_1$, $c = V_2$ etc. nach der Vorschrift fort, dass vom 3ten Gliede an Stammreihe und Terminalreihe durchaus übereinstimmen, so wird

$$
\text{I)} \qquad
\begin{array}{ll}
V_1 = \frac{1}{2} & V_2 = \quad B_1 = \quad \frac{1}{6} \\
V_3 = 0 & V_4 = -B_2 = -\frac{1}{30} \\
V_5 = 0 & V_6 = +B_3 = \quad \frac{1}{42} \\
V_7 = 0 & V_8 = -B_4 = -\frac{1}{30} \\
\text{etc.} & \qquad \text{etc.}
\end{array}
$$

---

1) Nach einer an sich gleich berechtigten und wohl etwas häufiger gebrauchten Schreibweise würden die Glieder unsrer Terminal-Reihe mit a, Δa, $\Delta^2 a$, etc. zu benennen sein. Für das Folgende ist aber die hier angewandte Bezeichnung entschieden bequemer, weil es hier wichtiger

wobei die Grössen B die *Bernoulli'schen Zahlen* sind, und wo allgemein V_r der Coefficient ist des Gliedes erster Ordnung in der ganzen Function $(r+1)^{ten}$ Grades von m, welche (für ganze Zahlen m) gleich ist der Summe $0^r + 1^r + 2^r + \ldots + m^r$.

Abgekürzt kann man den Satz so fassen:

Die Reihe der Bernoulli'schen Zahlen ist zum Anfangsgliede 1 diejenige Fortsetzung, welche vom dritten Gliede an sich selbst zur Terminalreihe hat.

Schon b muss den besonderen *Werth* $V_1 = \frac{1}{2}$ haben, damit (bei $a = 1$) $c = \Delta^2 c$ werden kann; ebenso muss dann c selbst den bestimmten Werth $\frac{1}{6}$ erhalten, damit $d = \Delta^3 d$ wird, u. s. w., sodass, wenn man Einmal $a = 1$ an die Spitze gestellt hat, alles weitere mit Nothwendigkeit bestimmt ist. (In einer Reihe auch schon $b = \Delta b$ zu machen neben $c = \Delta^2 c$, $d = \Delta^3 d$ etc. ist unmöglich, wenn sie nicht aus lauter Nullen bestehen soll.)

Wenn man die in unserm obigen Tableau schief aufsteigende Zahlenreihe, welche mit correspondirenden Gliedern der Stamm- und Terminalreihe, wie b und Δb, c und $\Delta^2 c$, d und $\Delta^3 d$ ... endigt, der Kürze halber eine *Zeile* der Differenzentafel nennt, so ist die Differenz zwischen beliebigen zwei Gliedern einer Zeile immer gleich der Summe der zwischenstehenden Glieder in der vorangehenden, d. h. wenn g, h aufeinanderfolgende Glieder der Stammreihe sind und $s > r$ so hat man

$$\overset{r}{\Delta} g + \overset{r+1}{\Delta} g + \ldots + \overset{s-1}{\Delta} g = \overset{r}{\Delta} h - \overset{s}{\Delta} h$$

wie sich durch Summation der Definitionsgleichungen

---

ist, das veränderliche letzte als das meist constante erste Glied sogleich erkennen zu lassen, welches bei der Bildung irgend einer Differenz contribuirt hat.

$$
\begin{array}{llllllll}
a \\
 & \Delta b \\
b & & \Delta^2 c \\
 & \Delta c & & \Delta^3 d \\
c & & \Delta^2 d & & \Delta^4 e \\
 & \Delta d & & \Delta^3 e & & \Delta^5 f \\
d & & d^2 e & & \Delta^4 f & & \ldots \\
 & \Delta e & & \Delta^3 f & & \ldots & & \ldots \\
e & & d^2 f & & \ldots & & \ldots \\
 & \Delta f & & \ldots & & \ldots \\
f & & \ldots & & \ldots \\
 & \ldots & & \ldots \\
\ldots & & \ldots \\
 & \ldots \\
\ldots
\end{array}
$$

so soll im Folgenden die Grössen-Folge a, b, c, d, ... die S t a m m r e i h e und die Grössenfolge a, Δb, $\Delta^2 c$, $\Delta^3 d$, ... welche die andere Begrenzung des Tableau's bildet, die T e r m i n a l - R e i h e der Kürze halber genannt werden [1]).

Alsdann findet folgender Satz statt, in welchem sich wahrscheinlich die einfachste Genesis der B e r n o u l l i ' s c h e n Z a h l e n ausspricht:

Beginnt man die Tabelle mit der Zahl $a = V_0 = 1$ und setzt sie durch weitere Grössen $b = V_1$, $c = V_2$ etc. nach der Vorschrift fort, dass vom 3ten Gliede an Stammreihe und Terminalreihe durchaus übereinstimmen, so wird

$$
\text{I)} \qquad
\begin{array}{ll}
V_1 = \frac{1}{2} & V_2 = B_1 = \frac{1}{6} \\
V_3 = 0 & V_4 = -B_2 = -\frac{1}{30} \\
V_5 = 0 & V_6 = +B_3 = \frac{1}{42} \\
V_7 = 0 & V_8 = -B_4 = -\frac{1}{30} \\
\text{etc.} & \qquad \text{etc.}
\end{array}
$$

1) Nach einer an sich gleich berechtigten und wohl etwas häufiger gebrauchten Schreibweise würden die Glieder unserer Terminal-Reihe mit a, Δa, $\Delta^2 a$, etc. zu benennen sein. Für das Folgende ist aber die hier angewandte Bezeichnung entschieden bequemer, weil es hier wichtiger

wobei die Grössen B die *Bernoulli'schen Zahlen* sind, und wo allgemein V_r der Coefficient ist des Gliedes erster Ordnung in der ganzen Function $(r+1)^{\text{ten}}$ Grades von m, welche (für ganze Zahlen m) gleich ist der Summe $0^r + 1^r + 2^r + \dots + m^r$.

Abgekürzt kann man den Satz so fassen:

Die Reihe der Bernoulli'schen Zahlen ist zum Anfangsgliede 1 diejenige Fortsetzung, welche vom dritten Gliede an sich selbst zur Terminalreihe hat.

Schon b muss den besonderen Werth $V_1 = \frac{1}{2}$ haben, damit (bei $a = 1$) $c = \Delta^2 c$ werden kann; ebenso muss dann c selbst den bestimmten Werth $\frac{1}{6}$ erhalten, damit $d = \Delta^3 d$ wird, u. s. w., sodass, wenn man Einmal $a = 1$ an die Spitze gestellt hat, alles weitere mit Nothwendigkeit bestimmt ist. (In einer Reihe auch schon $b = \Delta b$ zu machen neben $c = \Delta^2 c$, $d = \Delta^3 d$ etc. ist unmöglich, wenn sie nicht aus lauter Nullen bestehen soll.)

Wenn man die in unserm obigen Tableau schief aufsteigende Zahlenreihe, welche mit correspondirenden Gliedern der Stamm- und Terminalreihe, wie b und Δb, c und $\Delta^2 c$, d und $\Delta^3 d$ ... endigt, der Kürze halber eine *Zeile* der Differenzentafel nennt, so ist die Differenz zwischen beliebigen zwei Gliedern einer Zeile immer gleich der Summe der zwischenstehenden Glieder in der vorangehenden, d. h. wenn g , h aufeinanderfolgende Glieder der Stammreihe sind und $s > r$ so hat man

$$\Delta^{r} g + \Delta^{r+1} g + \dots + \Delta^{s-1} g = \Delta^{r} h - \Delta^{s} h$$

wie sich durch Summation der Definitionsgleichungen

---

ist, das veränderliche letzte als das meist constante erste Glied sogleich erkennen zu lassen, welches bei der Bildung irgend einer Differenz contribuirt hat.

$$\Delta^{r} h - \Delta^{r} g = \Delta^{r+1} h$$

$$\Delta^{r+1} h - \Delta^{r+1} g = \Delta^{r+2} h$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\Delta^{s-1} h - \Delta^{s-1} g = \Delta^{s} h$$

sofort ergibt. Daraus folgt, dass, wenn die beiden extremen Glieder einer Zeile unserm Postulate gemäss einander gleich sein sollen, die Summe der Glieder der vorangehenden Zeile, in unserm Falle sonach jeder einzelnen Zeile von der zweiten an, gleich Null sein muss. Hieraus kann man sich eine Regel entnehmen, um die Tafel mit den Bernoulli'schen Zahlen successive zu erweitern. Gesetzt sie liegt mit allen Differenzen bereits ausgefüllt vor bis zu den Grössen

$$V_{2p} = (-1)^{p+1} B_p \text{ und } V_{2p+1} = 0$$

einschliesslich, und V_{2p+2} wird gesucht, so beginne man provisorisch eine neue Zeile nach Belieben auf der Seite der Stammreihe oder der Terminalreihe mit 0, und fülle demgemäss diese Zeile aus; die Anzahl ihrer Glieder ist $2p + 3$, die Summe derselben finde sich $= \omega$. Alsdann muss man an die Stelle des provisorischen Werthes Null am Ende der Zeile setzen

$$V_{2p+2} = (-1)^{p} B_{p+1} = - \frac{\omega}{2p+3}$$

wodurch offenbar jedes Glied der Zeile um eben diese Grösse verändert und also die Summe richtig auf Null gebracht wird.

(Eine Abkürzung dieser Vorschrift s. in § 2).

Der Beweis, dass die nach unserer Regel gefundenen Grössen V in der That die bekannten sind, ergibt sich aus Folgendem:

Wenn aus einer Anzahl $q+1$ von Grössen a, b, c, ... v, w, x alle Differenzen unseres Tableau's gebildet werden, so drückt sich bekanntlich die letzte derselben durch die Glieder der Stammreihe aus wie folgt:

$$\Delta^q x = x - \frac{q}{1} w + \frac{q(q-1)}{1\cdot 2} v - \ldots \pm \frac{q(q-1)\ldots 2}{1\cdot 2\cdots(q-1)} b$$
$$\mp \frac{q(q-1)\ldots 1}{1\cdot 2\cdots q} a$$

Wenn also für a, b, c ... x solche Zahlen $V_0, V_1, \ldots V_q$ genommen werden, welche (abgesehen von den zwei ersten Gliedern in der Reihe) allgemein machen $\Delta^q x = x$, so genügen diese Grössen der recurrirenden Gleichung

$$\text{II)}\quad 0 = \frac{q}{1} V_{q-1} - \frac{q(q-1)}{1\cdot 2} V_{q-2} + \frac{q(q-1)(q-2)}{1\cdot 2\cdot 3} V_{q-3}$$
$$- \ldots \pm \frac{q(q-1)\ldots 2}{1\cdot 2\ldots(q-1)} V_1 \mp \frac{q(q-1)\ldots 1}{1\cdot 2\ldots q} V_0$$

aus welcher sie, nachdem $V_0 = 1$ gesetzt ist, in bekannter Weise gemäss den Gleichungen I. bestimmt sind.

Will man indess nicht schon als bekannt voraussetzen, dass die Bernoulli'schen Zahlen nebst zwischengesetzten Nullen es sind, die dieser recurrirenden Gleichung genügen (-- etwa weil man zur Bestimmung jener Zahlen von der Gleichung nicht gleichzeitig für gerade und für ungerade q Gebrauch zu machen nöthig hat —), so wird die Bedeutung unserer V am Bequemsten durch folgenden allgemeinen Satz ermittelt:

Wenn man hat

$$\text{III)}\quad a + \frac{b}{1} y + \frac{c}{1\cdot 2} y^2 + \frac{d}{1\cdot 2\cdot 3} y^3 + \ldots\ldots \textit{in inf.} = f(y)$$

so ist zugleich

$$\text{III*)}\quad a + \frac{\Delta b}{1} y + \frac{\Delta^2 c}{1\cdot 2} y^2 + \frac{\Delta^3 d}{1\cdot 2\cdot 3} y^3 + \ldots \textit{in inf.} = f(y)e^{-y}$$

(Der Beweis ergibt sich aus der Multiplication der Reihen fy und e^{-y} und aus dem obigen Ausdrucke der Differenzen durch die Glieder der Stammreihe von selbst.)

Da nun in unserem Falle die letztere Reihe von der ersteren nur um $-y$ verschieden ist, so bestimmt sich f durch die Gleichung

$$f(y)e^{-y} = f(y) - y$$

und indem man setzt $y = \vartheta i$ und für die a, b .. unsere V nimmt, so findet sich

$$\text{IV)} \quad \tfrac{1}{2}\vartheta \operatorname{colg} \tfrac{1}{2}\vartheta = V_0 - \frac{V_2}{1 \cdot 2}\vartheta^2 + \frac{V_4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}\vartheta^4 - \ldots$$

$$= 1 - \frac{B_1}{1 \cdot 2}\vartheta^2 - \frac{B_2}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}\vartheta^4 - \ldots.$$

übereinstimmend mit der bekannten Bedeutung der Bernoulli'schen Zahlen für die Entwicklung dieser Functionen.

2.

Wenn man den Anfang der in Zahlen ausgefüllten Differenzen-Tafel vor sich hat. (s. die Beilage 1), so erkennt man, ausser dem schon hervorgehobenen Gesetze, dass in jeder Zeile die Summe aller Glieder gleich Null ist, noch eine durchgehend symmetrische Stellung der Zahlen in jeder Zeile nach beiden Seiten ihrer Mitte, — in der Art, dass in den Zeilen von ungerader Gliederzahl (welche mit Bernoulli'schen Zahlen endigen) beiderseits des Mittelgliedes auch die Vorzeichen dieselben sind, während in den mit Nullen endigenden Zeilen von gerader Gliederzahl die Zeichen beiderseits entgegengesetzt sind und dadurch das Verschwinden der Summe bedingen.

Dass diese Symmetrie ein durch die ganze Tafel bestehendes Gesetz ist, erkennt man leicht durch vollständige Induction, welche von Einer Zeile, in der es erfüllt ist, zunächst auf

die folgende schliesst. Indem man sich die erste Hälfte der neuen Zeile aus ihrem Anfangsglied (in der Stammreihe) und aus den Gliedern der vorigen Zeile durch Subtraction abgeleitet denkt, die zweite Hälfte der neuen Zeile aber durch Addition aus ihrem mit dem Anfangsglied übereinstimmenden Terminalglied und den Gliedern der zweiten Hälfte der vorigen Zeile, so hat man vorwärts und rückwärts durchaus dieselben Zahlenpaare, nur nach Umständen mit entgegengesetzten Zeichen, zu vereinigen.

Offenbar muss hiernach in den Zeilen von ungerader Gliederzahl das Mittelglied entgegengesetzt gleich sein dem doppelten der Summe der ihm vorangehenden oder auch der ihm nachfolgenden Glieder, — wonach sich nunmehr, wenn die Differenzentafel bis einschliesslich zu den Zeilen mit V_{2p} und mit $V_{2p+1} = 0$ ausgefüllt vorliegt, ein abgekürztes Verfahren zur Berechnung von V_{2p+2} ergibt.

Man setzt (wie zuvor) an die Stelle dieser noch unbekannten Grösse in der Stamm- oder in der Terminalreihe provisorisch eine Null, füllt aber von da aus die neue Zeile nur bis einschliesslich zu ihrem Mittelgliede aus: findet man dieses $= \tau$ und die Summe der auf seiner Einen Seite stehenden Glieder $= \sigma$, so ist der richtige Werth

$$\text{V)} \qquad V_{2p+2} = -\frac{2\sigma + \tau}{2p+3}$$

Diese auf der Symmetrie in den einzelnen Zeilen beruhende Abkürzung lässt sich aber ebensogut in den Formeln wie in der Zahlenrechnung verwerthen.

Nach dem schon in § 1 benutzten Satze über die Summe einer Reihe auf einander folgender Glieder einer Zeile ist der Complex derjenigen, welche vor dem Mittelgliede der mit der Bernoulli'schen Zahl V_{2p} beginnenden Zeile stehen;

$$V_{2p} + \Delta V_{2p} + \Delta^2 V_{2p} + \ldots + \Delta^{p-1} V_{2p}$$

$$= V_{2p+1} - \Delta^p V_{2p+1} = - \Delta^p V_{2p+1}$$

(wenn p nicht = 0).

Dagegen ist das Mittelglied jener Zeile $= \Delta^p V_{2p}$; man muss also haben

$$\Delta^p V_{2p} = 2 \Delta^p V_{2p+1}$$

wie auch aus der Zahlentafel ersichtlich ist. Drückt man nun diese beiden Differenzen durch die Glieder der Stammreihe aus, so erhält man:

$$V_{2p} - \frac{p}{1} V_{2p-1} + \frac{p(p-1)}{1 \cdot 2} V_{2p-2} - \ldots$$

$$= 2 \left(V_{2p+1} - \frac{p}{1} V_{2p} + \frac{p(p-1)}{1 \cdot 2} V_{2p-1} - \ldots \right)$$

wo die Summen beiderseits durch das Verschwinden der Binomial-Coefficienten von selbst an gehöriger Stelle abbrechen; nämlich links hinter dem Gliede mit V_p und rechts hinter demjenigen mit V_{p+1}. Setzt man voraus, dass p mindestens = 2 ist, so sind die V von ungeradem Index, welche in der Gleichung vorkommen, alle Null. Die Gleichung geht in diesem Falle in folgende Form über:

$$\text{VI)} \quad \frac{p+1}{1} V_{2p} (2p+1) + \frac{(p+1) p (p-1)}{1 \cdot 2 \cdot 3} V_{2p-2} (2p-1)$$

$$+ \frac{(p+1) p (p-1) (p-2) (p-3)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} V_{2p-4} (2p-3) + \ldots = 0$$

oder noch etwas eleganter, indem man setzt

$$\text{VII)} \quad Y_{2p} = (2p+1) V_{2p} = (-1)^{p+1} (2p+1) B_p$$

in die folgende:

VIII) $$\frac{p+1}{1} Y_{2p} + \frac{(p+1)\,p\,(p-1)}{1\cdot 2\cdot 3} Y_{2p-2} + \frac{(p+1)\,p\,(p-1)\,(p-2)\,(p-3)}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4\cdot 5} Y_{2p-4} + \ldots = 0$$

Dies ist die vereinfachte recurrirende Gleichung für die Bernoulli'schen Zahlen, nach welcher jede neue Grösse dieser Art nicht durch die sämmtlichen ihr vorangehenden ausgedrückt erscheint (wie in der gewöhnlischen Formel), sondern auf wesentlich halb so viel Glieder reducirt ist. Denn je nachdem p gerad oder ungerad ist, endigt die Reihe mit Y_p oder schon mit Y_{p+1}.

Der Fall ist vielleicht der erste von der Art, dass die Zurückführung einer neuen Grösse erfolgt auf eine Anzahl von vorausgehenden, die nicht fix ist, aber doch nicht bis an den Anfang zurückgeht.

Im Uebrigen ist unsere Gleichung auch noch desshalb bequemer als die gewöhnliche, weil die in ihr auftretenden Binomial-Coefficienten zu einer viel niedrigeren Potenz gehören, daher auf kleinere Zahlen führen [2]).

Sind z. B. bekannt die Werthe

$$V_2 = \frac{1}{6},\ V_4 = -\frac{1}{30},\ V_6 = +\frac{1}{42},\ V_8 = -\frac{1}{30},\ V_{10} = +\frac{5}{66}$$

---

2) von Staudt gibt in § 9 seiner Dissertation de numeris Bernoullianis (Erlangen 1845), welche auch den Beweis seines schönen Satzes über die Nenner derselben enthält, Formeln von wesentlich ebensoviel Gliedern wie oben für jedes neue B. In jeder derselben kommen aber dennoch alle vorausgehenden B, paarweise zu Producten verbunden, vor. Dem eben erwähnten Beweise selbst ist dort eine Darstellung von B_r durch die Terminalglieder zur Stammreihe $0^{2r}, 1^{2r}, 2^{2r}, \ldots (2r)^{2r}$ zu Grunde gelegt Auch die Verbindung, welche G. Bauer in Crelle — Borchardt's Journal., Bd. 58, mit Staudt ganz ähnlichen Ausgang nehmend, zwischen der harmonischen Reihe und der der Bernoulli'schen Zahlen nachgewiesen hat, ist aufs Engste verwandt mit der Beziehung zwischen Stamm- und Terminalreihe.

oder

$$Y_2 = \frac{1}{2}, \; Y_4 = -\frac{1}{6}, \; Y_6 = +\frac{1}{6}, \; Y_8 = -\frac{3}{10}, \; Y_{10} = +\frac{5}{6}$$

so erhält man für die sechste Bernoulli'sche Zahl:

$$7Y_{12} + 35Y_{10} + 21Y_8 + Y_6 = 0$$

oder

$$-7Y_{12} = \frac{875 - 189 + 5}{30} = \frac{691}{30}$$

daher

$$Y_{12} = -\frac{691}{210} = 13\,V_{12}\,; \; B_6 = \frac{691}{2730}$$

Ebenso nunmehr für die siebente:

$$8Y_{14} + 56Y_{12} + 56Y_{10} + 8Y_8 = 0$$

$$Y_{14} = -7(Y_{12} + Y_{10}) - Y_8 = \frac{691 - 175 + 9}{30}$$

$$= \frac{35}{2} = 15\,V_{14}\,; \; B_7 + \frac{7}{6}$$

u. s. w.

3.

Man gelangt ebenfalls zu den Bernoulli'schen Zahlen, zwar nicht völlig so direct, aber auf eine für die numerische Rechnung noch bequemere Weise, wenn man (abgesehen vom Anfang) die Glieder der Terminalreihe denjenigen der Stammreihe entgegengesetzt anordnet. Nur im Vorbeigehen mag der Fall erwähnt werden, wo man zu $a = 1$ schon $b = -\Delta b$, $c = -\Delta^2 c$, $d = -\Delta^3 d$ etc. postulirt; hier wird die Stammreihe

$$1, \; R_1 = \frac{1}{2}, \; 0, \; -R_3, \; 0, \; +R_5, \; 0, \; -R_7, \; \ldots$$

wobei die Grössen R die Bedeutung haben

$$\text{IX)} \qquad R_{2m-1} = \frac{1}{m}(2^{2m} - 1)B_m$$

$$\text{X)} \quad tg\frac{1}{2}\vartheta = \frac{R_1}{1}\vartheta + \frac{R_3}{1\cdot2\cdot3}\vartheta^3 + \frac{R_5}{1\cdot2\cdot3\cdot4\cdot5}\vartheta^5 + \ldots$$

Ihre Berechnung durch successive Ausfüllung des Differenzen-Tableau's würde sich zunächst auf das Princip gründen lassen, nach welchem die Differenz zwischen Stammglied und Terminalglied einer Zeile, hier also die Grösse $\pm 2R_{2m+1}$ immer gleich ist der Summe aller Glieder der vorangehenden Zeile; man würde aber alsbald auf eine sehr wirksame Vereinfachung des Algorithmus geführt werden durch die Wahrnehmung einer dem vorigen Falle durchaus analogen Symmetrie in der Stellung der Zahlen der einzelnen Zeilen, und durch den mit Hilfe dieser Symmetrie leicht zu erweisenden Umstand, dass auch hier das Mittelglied einer Zeile von ungerader Gliederzahl gleich ist dem doppelten des in der Differenzen-Tabelle gerade unter ihm stehenden Gliedes. Man erhält dabei, wie leicht einzusehen, bei den Zahlen der Tafel keine andern Nenner, als Potenzen von 2. Noch wesentlich bequemer, weil man nur mit ganzen Zahlen zu rechnen hat, gestaltet sich aber die Sache, wenn man den Beginn der Reihe ein wenig ändert.

Macht man nämlich

$$a = 0 \;,\; b = 1$$

und setzt nun die Stammreihe so fort, dass

$$c = -\Delta^2 c \;,\; d = -\Delta^3 d \;, \ldots$$

wird, — so gestaltet sie sich wie folgt:

$$0 \;,\; 1 \;,\; +D_1 \;,\; 0 \;,\; -D_3 \;,\; 0 \;,\; +D_5 \;, \ldots$$

wobei man hat

XI) $$D_{2m-1} = 2(2^{2m} - 1) B_m$$

und

XII) $$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \vartheta = \frac{D_1}{1 \cdot 2} \vartheta + \frac{D_3}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \vartheta^3 + \frac{D_5}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} \vartheta^5 + \ldots$$

Bekanntlich sind die Grössen $2(2^{2m} - 1) B_m$ ungerade ganze Zahlen. Wenn man sich erlaubt dieselben (die übrigens noch mit $2^{2m} - 1$ gemeinschaftliche Factoren enthalten können, die sich dann bei der Bildung von B_m aufheben) der Kürze halber die „Bernoulli'schen Zähler" zu nennen, so kann man sonach unsern Satz, in einer zwar abgekürzten aber der Erläuterung nicht bedürfenden Form, so aussprechen:

Die Bernoulli'schen Zähler sind zu den Anfangsgliedern 0 , 1 diejenige Fortsetzung, bei welcher alle ferneren Glieder der Stammreihe den entsprechenden der Terminalreihe entgegengesetzt werden.

Denn nach dem allgemeinen Satze (s. oben Gl. III. und III*), wonach

$$fx\, e^{-x} = \left(a + \frac{bx}{1} + \frac{cx^2}{1 \cdot 2} + \ldots\right) e^{-x} = a + \frac{\Delta b}{1} x + \frac{\Delta^2 c}{1 \cdot 2} x^2 + \ldots$$

erhält man mit den oben angeführten unserem Falle entsprechenden Werthen a, b, c, . . . und den dazu gehörigen Δb, $\Delta^2 c$, . . . :

$$fx\, e^{-x} = 2x - fx$$

also

$$fx = \frac{2x}{1 + e^{-x}}$$

woraus sich Gl. XII. ergibt wenn man $x = \vartheta i$ setzt.

Denkt man sich nun, um von der 3ten Zeile an in Stamm- und Terminalreihe entgegengesetzte Glieder zu erhalten, den Anfang des Differenzen-Tableau's

$$\begin{matrix} 0 & \\ & 1 \\ 1 & \end{matrix}$$

zunächst (wie in dem letztbesprochnen Falle) auf die Weise fortgesetzt, dass man jede weitere Zeile in der Stammreihe mit der Hälfte der Gliedersumme der ihr vorangehenden Zeile beginnt, so tritt sofort in der so angelegten Tafel (s. Beilage 2) wieder die Symmetrie in den Zahlen einer Zeile hervor, — diesmal in der Weise, dass in den mit Null beginnenden und ebenso endigenden Zeilen von gerader Gliederzahl in gleichen Entfernungen von der Zeilenmitte beiderseits gleiche Zahlen stehen, während die mit $\pm$ D beginnenden und mit $\mp$ D endigenden Zeilen ungerader Nummer in der Mitte eine Null, und beiderseits derselben entgegengesetze Zahlen enthalten. Die allgemeine Giltigkeit dieser Regel wird (ganz wie in § 2) durch vollständige Induction sofort evident gemacht, indem man immer die erste Hälfte einer neuen Zeile aus der ersten Hälfte der vorangehenden und dem Stammgliede der neuen, die zweite Hälfte der letztern aber aus ihrem dem Stammgliede entgegengesetzten Terminalgliede und der zweiten Hälfte der vorangehenden sich berechnet denkt. Hiernach kennt man also in den Zeilen ungerader Nummer, welche mit $\pm$ D beginnen, mit $\mp$ D endigen müssen, ohne Weiteres das Mittelglied 0, von welchem aus man nunmehr diese Zeilen ganz leicht ausfüllt, während die Zeilen gerader Nummer, da sie mit 0 anfangen und schliessen, von dem Einen dieser Enden an ausgefüllt werden. Damit ist auch evident, dass die Tafel nur ganze Zahlen enthalten kann; und es wird unnöthig, bei der Rechnung, von den einzelnen Zeilen des Tableau's mehr als die Hälfte (einschliesslich des Mittelgliedes 0, wo ein solches vorhanden

ist) anzuschreiben. Man bemerkt weiter in den Zeilen-Hälften, auf welche hiernach die Betrachtung reducirt werden kann, dass alterirend ein Paar derselben nur positive, das nächste Paar nur negative Zahlen enthält, u. s. f.; und beweist leicht wieder durch vollständige Induction (mit Hilfe des Umstandes, dass die Zeilenhälften abwechselnd mit 0 beginnen und endigen) die Allgemeinheit auch dieses Gesetees, zufolge dessen alle D positiv ausfallen. Folge eben dieses Umstandes ist es weiter, dass, indem man die Ausfüllung der Halbzeilen stets auf der Seite beginnt, wo in ihnen die 0 steht, und also abwechselnd von links nach rechts und von rechts nach links rechnet (*βουστροφηδόν*) die absoluten Werthe der Zahlen beständig wachsen, indem niemals zwei mit ungleichem Vorzeichen zusammenzulegen sind. Für die numerische Rechnung kann man hiernach die Zahlentafel der Form einer Differenzen-Tabelle entkleiden, durchaus einfach die absoluten Werthe ansetzen, die zuvor von links nach rechts aufsteigende Zeile horizontal anordnen, und durch eine leichte Verschiebung derselben bewirken, dass überall die Zahlen gerade unter einander zu stehen kommen, welche man in der Rechnung zusammen zu addiren hat. Auf diese Art erhält man an Stelle der Hälfte unseres Differenzen-Tableau's zur leichten und ganz mechanischen Berechnung der Bernoulli'schen Zähler das treppenförmige Schema in Beilage 3 [3]), in welchem, abgesehen von den Nullen, mit welchen, abwechselnd links und rechts, die Zeilen beginnen, jede Zahl die Summe ist aus der neben ihr stehenden kleineren (oder gleichen) und der gerade über dieser letztern befindlichen Zahl. Fügt man die

3) In derjenigen Anordnung, welche für die Beilage gewählt wurde, sind, wenn man die Zeilen mit den vorderen Zeilenhälften in Beilage 2 vergleicht, links und rechts gegen einander umgetauscht.

Vorschrift hinzu, dass jede neue Zeile mit einer Null gerade unter der zuletzt angeschriebenen Zahl der vorausgehenden begonnen wird, und endlich, dass (in der von uns gewählten Anordnung) jede links mit 0 beginnende Zeile rechts mit einer Zahl über die vorangehende heraustritt (indem auch noch die Null der letztern zu der unter sie geschriebenen addirt, d. h. letztere Zahl repetirt wird), während die von rechts gegen links ausgefüllten Zeilen ihr Ende erreicht haben, sobald der Platz unter der 0 der vorangehenden Zeile ausgefüllt ist, — so hat man den Inbegriff der einfachen Vorschriften, nach welchen sich aus dem Anfange

$$\begin{array}{cc} 1 & \\ 0 & 1 \end{array}$$

das weitere Zahlengefüge von selbst ergiebt, — zu dessen fernerer Fortsetzung man jederzeit nur die letzte vollständige Zeile nöthig hat. Darin sind die rechts heraustretenden ungeraden Zahlen 1, 1, 3, 17, 155 etc. die Bernoulli'schen Zähler D, welche der Reihe nach mit $2\,(2^2-1)$, $2\,(2^4-1)$, $2\,(2^6-1)$, $2\,(2^8-1)$ etc. dividirt werden müssen, um die Bernoulli'schen Zahlen B ($\frac{1}{6}$, $\frac{1}{30}$, $\frac{1}{42}$, $\frac{1}{30}$ etc.) zu geben [4]).

Die Nenner der Form $2\,(2^{2r}-1)$ können noch mit den zugehörigen Zählern D gemeinschaftliche Factoren enthalten, welche man a priori angeben kann, da nach Staudt der Nenner von B_r in seiner einfachsten Gestalt bekannt ist, nämlich gleich dem doppelten Producte aller ungeraden Primzahlen $2d+1$, für welche $\frac{r}{d}$ eine ganze Zahl wird. Nennt man

4) Man kann noch im Schreiben des Tableau etwas dadurch kürzen, dass man die zwei ersten Zeilen ganz und von jeder folgenden die letzte Zahl zur Rechten weglässt. Nur müssen dann die rechts anfangenden Zeilen, statt mit Null, mit der Repetition der zuletzt vorher gebildeten Zahl begonnen werden.

dieses Product $\Pi(2d+1)$ so wird hienach

$$\frac{2^{2r}-1}{\Pi(2d+1)}$$

der gemeinschaftliche Factor sein im Zähler und Nenner des Ausdruckes

$$\frac{D_{2r-1}}{2(2^{2r}-1)} = B_r$$

Die Eigenschaft der Grössen D, in der Terminalreihe auf die entgegengesetzten Werthe zu führen, liefert eine recurrirende Gleichung, welche irgend ein D durch sämmtliche vorangehenden ausdrückt. An die Stelle derselben kann man aber die gekürzte Formel von wesentlich nur halb so vielen Gliedern und kleineren Zahlencoefficienten setzen, welche unserer Gl. VIII. für die B analog ist, und welche im gegenwärtigen Falle (noch etwas einfacher als dort) die Bedingung ausspricht, dass das mittelste oder $(r+1)$te Glied der mit D_{2r-1} beginnenden Zeile im Differenzen-Tableau gleich Null ist. Unter Voraussetzung, dass r mindestens gleich zwei ist, erhält diese abgekürzte Formel die Gestalt:

$$\text{XIII)}\quad D_{2r-1} - \frac{r(r-1)}{1\cdot 2} D_{2r-3} + \frac{r(r-1)(r-2)(r-3)}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4} D_{2r-5} - \ldots = 0$$

(links soweit fortzusetzen bis die Binominal-Coefficienten von selbst verschwinden); während D_1, welches nicht aus dieser Gleichung sich ergibt, $= 1$ ist.

Sind z. B. schon bekannt

$D_1 = 1$, $D_3 = 1$, $D_5 = 3$ so erhält man

$$D_7 = 6D_5 - D_3 = 17$$

$$D_9 = 10D_7 - 5D_5 = 155$$

$$D_{11} = 15D_9 - 15D_7 + D_5 = 2073$$

$$D_{13} = 21\,D_{11} - 35\,D_9 + 7\,D_7 = 38227$$

u. s. w.

Hiernach ist zum Beispiel die 6te Bernoulli'sche Zahl

$$B_6 = \frac{D_{11}}{2\,(2^{12} - 1)} = \frac{2073}{2 \cdot 63 \cdot 65} = \frac{691}{2730}$$

ebenso die 7te

$$B_7 = \frac{D_{13}}{2\,(2^{14} - 1)} = \frac{38227}{2 \cdot 127 \cdot 129} = \frac{7}{6}$$

Da z. B. bei dieser letzten der kleinste Nenner 6 nach der Staudt'schen Regel sofort bekannt ist, so weiss man sogleich, dass $43 \cdot 127$ als Divisor in D_{13} stecken muss.

Unter den Binomial-Coefficienten

$$\frac{r\,(r-1)}{1 \cdot 2},\ \frac{r\,(r-1)\,(r-2)\,(r-3)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4},\ \ldots$$

befindet sich nothwendig eine ungerade Anzahl solcher, welche ungerade Zahlen sind, — weil ihre Summe gleich ist

$$\frac{1}{2}\Big((1+1)^r + (1-1)^r\Big) - 1 = 2^{r-1} - 1.$$

Daraus folgt, dass D_{2r-1} eine ungerade ganze Zahl sein muss, wenn sämmtliche vorangehenden D es sind; also, da schon D_1 ungerad ist, dass alle D es sein müssen. Diese bekannte Eigenschaft der Bernoulli'schen Zähler kann man in gleicher Weise durch vollständige Induction auch aus der Anordnung der Zahlen in unserem Treppen-Schema erweisen.

Der Vortheil, in der Rechnung nur mit ganzen Zahlen zu thun zu haben, ist so erheblich, dass für die numerische Berechnung der Grössen B es durchaus am bequemsten scheint, durch ihre Zähler D zu gehen, — sei es nun, dass man diese letztern aus dem Treppenschema oder aus der gekürzten recurrirenden Gleichung XIII. bildet. Von diesen

beiden Wegen selbst bietet der durch die Formel den Vortheil, dass man weniger Zahlen anzuschreiben hat, — indem nämlich in der Zahlentafel zur Berechnung eines neuen D immer zwei neue Zeilen ausgefüllt werden müssen. Dem steht jedoch zu Gunsten der letzteren Rechnungsweise gegenüber, dass sie weder Multiplicationen noch auch Subtractionen erfordert, sondern nur Additionen der allerbequemsten Art. Denkt man sich, dass etwa von späteren Grössen B oder D nur die wichtigsten Ziffern berechnet werden sollen, so kann man in dem Zahlenschema von irgend welcher Zeile an eine Kürzung durch Weglassen der Endziffern vornehmen, ohne dass sich ja begeben kann, dass durch gegenseitiges Aufheben in den vorangehenden Stellen diejenigen Ziffern, die man abgestrichen hat, in die vorderen und für die beabsichtigte Genauigkeit noch relevanten Plätze einrücken. Bei der Rechnung nach der Formel hat man, wegen der Zeichenwechsel, die sie enthält, diesen Vortheil nicht in gleicher Weise.

4.

Das Differenzen-Tableau für die „Secanten-Coefficienten" ist nicht minder bemerkenswerth, als dasjenige für die Bernoulli'schen Zahlen.

Schreibt man die Secantenreihe in der Form

$$\text{XIV)}\quad \operatorname{Sec}\vartheta = U_0 + \frac{U_2}{1\cdot 2}\vartheta^2 + \frac{U_4}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4}\vartheta^4 + \ldots$$

so erhält man zwischen ihren Coefficienten U die recurrirende Gleichung

$$\text{XV)}\quad U_{2r} - \frac{2r(2r-1)}{1\cdot 2}U_{2r-2} + \frac{2r(2r-1)(2r-2)(2r-3)}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4}U_{2r-4} - \ldots \pm U_0 = 0$$

und hat dazu

$$\underset{0}{U} = 1$$

Der verschwindende Ausdruck in ersterer Gleichung ist aber nichts anderes, als $\pm$ das mit $\pm U_{2r}$ zu gleicher Zeile gehörige Glied $\Delta^{2r} U_{2r}$ in der Terminalreihe zur Stammreihe

$$U_0 \;,\; 0 \;,\; -U_2 \;,\; 0 \;,\; +U_4 \;,\; 0 \;,\; -U_6 \;, \ldots$$

Hat man also den Anfang des Differenzen-Tableau's gebildet

$$\begin{matrix} 1 & \\ & -1 \\ 0 & \end{matrix}$$

so setzt sich dasselbe zunächst in der Terminalreihe mit 0 fort: von da wird die dritte Zeile von rechts nach links ausgefüllt, wodurch man zu dem Gliede $-U_2 = -1$ der Stammreihe kommt: das nächste Glied derselben ist 0 und von ihm aus wird die vierte Zeile ausgefüllt:

$$\begin{matrix} 1 & & & & \\ & -1 & & & \\ 0 & & 0 & & \\ & -1 & & +2 & \\ -1 & & +2 & & \\ & +1 & & & \\ 0 & & & & \end{matrix}$$

Da nun das 5te Glied der Terminalreihe, aus den Gliedern $U_0 \,.\,.\, U_4$ der Stammreihe entspringend, nach unserer recurrirenden Gleichung wieder 0 sein muss, so wird von ihm aus abermals eine Zeile ausgefüllt, dann die folgende wieder von der 0 aus, welche in der Stammreihe in sechster Stelle zu stehen kommt, und so immer hin und her. Auch hier wird alles sogleich definitiv ausgefüllt, — man hat nur mit ganzen Zahlen und, wie sich nach dem Anfange sogleich als durchaus geltend ergibt, nur mit Additionen zu thun. (Siehe das Tableau in Beilage 4.) Da die Glie-

der U_0, U_4, U_8, . . der Stammreihe sich als positiv, die Glieder $-U_2$, $-U_6$, . . . sich als negativ ergeben, was offenbar in derselben Art fortgeht, so sind die Grössen U selbst alle positiv

$$U_0 = 1 \ , \ U_2 = 1 \ , \ U_4 = 5 \ , \ U_6 = 61 \quad \text{u. s. w.}$$

Bei der Betrachtung der Tafel drängt sich hier sofort die Frage auf, welches die Bedeutung der Zahlen $+2$, -16, $+272$ etc. sein mag, welche in der Terminalreihe sich zwischen die Nullen einschieben. Zu ihrer Beantwortung dient am bequemsten wieder der schon benützte Satz über den Zusammenhang zwischen der functio generatrix der Stamm- und der Terminalreihe. In unserem Falle ist zu setzen:

$$\begin{aligned} a &= U_0 = 1 \\ b &= 0 \\ c &= -U_2 = -1 \\ d &= 0 \\ e &= +U_4 = +5 \\ f &= 0 \\ g &= -U_6 = -61 \\ &\text{etc.} \end{aligned}$$

und man hat, mit $y = \vartheta i$

$$f(y) = f(\vartheta i) = \sec\vartheta = \frac{2}{e^y + e^{-y}}$$

Bezeichnet man also die Glieder der Terminalreihe wie folgt:

$$\begin{aligned} \Delta b &= -\ 1 = -T_1 \\ \Delta c &= 0 \\ \Delta d &= +\ 2 = +T_3 \\ \Delta e &= 0 \\ \Delta f &= -\ 16 = -T_5 \\ \Delta g &= 0 \\ \Delta h &= +272 = +T_7 \\ &\text{etc.} \end{aligned}$$

so ergibt sich

$$2\,\frac{e^{-y}}{e^{y}+e^{-y}} = 1 - \frac{T_1}{1}\,y + \frac{T_3}{1\cdot 2\cdot 3}\,y^3 - \dots$$

und wenn man wieder ϑ einführt:

$$\text{XVI)}\qquad \operatorname{tg}\vartheta = \frac{T_1}{1}\,\vartheta + \frac{T_3}{1\cdot 2\cdot 3}\,\vartheta^3 + \frac{T_5}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4\cdot 5}\,\vartheta^5 + \dots$$

Es sind also die in unsrer Terminalreihe auftretenden Zahlen in demselben Summe Tangenten-Coefficienten, in welchen die Grössen U der Stammreihe Secanten-Coefficienten sind, — und beide zugleich lassen sich arithmetisch so definiren:

Wenn man eine mit 1 beginnende Stammreihe so fortsetzt, dass sie selbst an der 2ten, 4ten, 6ten etc., die zugehörige Terminalreihe aber an der 3ten 5ten, 7ten etc. Stelle Nullen enthält, so sind die Glieder ungerader Ordnungszahl in der Stammreihe Secanten-Coefficienten, und diejenigen gerader Ordnungszahl in der Terminalreihe Tangenten-Coefficienten.

Diese letztern führen wieder auf die Bernoulli'schen Zahlen zurück; nach der von uns gebrauchten Schreibweise hat man nämlich

$$\text{XVII)}\qquad T_{2r-1} = \frac{1}{r}\,2^{2r-2}\,D_{2r-1} = \frac{1}{r}\,2^{2r-1}\,(2^{2r}-1)\,B_r$$

woraus man erkennt, dass alle in r enthaltenen ungeraden Factoren in D_{2r-1} aufgehen müssen (wie sich auch in anderer Weise leicht darthun lässt), — andrerseits aber, da die D ungerade ganze Zahlen sind, dass T_{2r-1} eine Potenz von 2 als Factor enthält, deren Exponent um denjenigen der in r enthaltenen Potenz von 2 kleiner ist als $2(r-1)$.

Die Beziehung, dass, wenn die Coefficienten der Einen Art in der Stammreihe stehen, die der andern in der Ter-

minalreihe erscheinen, ist übrigens eine **reciproke**; denn aus dem Zusammenhange zwischen beiden Reihen ergibt sich auch folgender allgemeine Satz [5]).

Wenn die Grössen a, b, c, d, ... in der Stammreihe führen zu den Grössen a, Δb, $\Delta^2 c$, ... in der Terminalreihe, so führen umgekehrt die Grössen a, $-\Delta b$, $+\Delta^2 c$, $-\Delta^3 d$, ... in der Stammreihe zu den Grössen a, $-b$, $+c$, $-d$, ... in der Terminalreihe.

Daher führt in unserm Falle eine mit den Tangenten-Coefficienten gebildete Stammreihe

$$1\ ,\ T_1 = 1\ ,\ 0\ ,\ -T_3 = -2\ ,\ 0\ ,\ +T_5 = +16\ ,\ \text{etc.}$$

zu der Terminalreihe mit den Secanten-Coefficienten

$$U_0 = 1\ ,\ 0\ ,\ -U_2 = -1\ ,\ 0\ ,\ +U_4 = +5\ ,\ 0\ \text{etc.}$$

zurück, welche vorher die Stammreihe war.

Bei der vollkommen analogen Rolle, welche hiernach die Zahlen in den beiden Grenzreihen der Tafel spielen, erscheint es hier doppelt indicirt, analog wie bei den Grössen D, dem Rechnungsschema die Form eines Differenzen-Tableau's abzustreifen, die Zeilen, anstatt sie schräg aufsteigen zu lassen, horizontal zu ordnen, die Zahlen, die durchaus nur mit gleichen Zeichen zu verbinden sind, nur ihren absoluten Werthen nach anzuschreiben, und überall diejenigen gerade unter einander zu bringen, welche zusammen zu addiren sind.

Die Tafel nimmt dadurch für die Rechnung die Form des **doppelt treppenförmigen Schema's** in Beilage 5 an. Da dasselbe in durchaus ähnlicher Weise ausgefüllt und fortgesetzt wird, wie das Schema 3 für die Grössen D, vor welchem es sogar eine noch grössere Symmetrie nach beiden Seiten voraus hat, so genügt es, zu

---

5) In demselben spricht sich Eine von 5 Variationen aus, die man zu einem richtig ausgefüllten Differenzen-Tableau allemal durch Umstellung seiner Zahlenreihen ableiten kann.

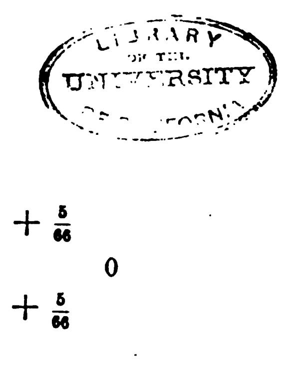
sagen, dass, abgesehen von den Nullen, mit welchen alternirend links und rechts die Zeilen beginnen, und abgesehen von der 1 an der Spitze, aus welcher sozusagen Alles hervorgeht, auch hier jede Zahl der Tafel die Summe ist aus der neben ihr stehenden kleineren und der gerade über dieser befindlichen. Die über den Nullen heraustretenden Endzahlen der Zeilen sind bei unserer Anordnung links Secanten-, rechts Tangenten-Coefficienten.

Durch dieses Schema kann man also zugleich Secanten-Coefficienten und Bernoulli'sche Zahlen berechnen, erhält aber die letztern allerdings nicht allein mit den Factoren $2(2^{2r}-1)$, durch welche sie auf ungerade ganze Zahlen gebracht werden, sondern ausserdem noch mit Potenzen von 2 belastet. —

Auch in dem Schema 5 würde man, ähnlich wie zu 3 erwähnt, sich Kürzungen durch Abstreichen der letzten Ziffern erlauben dürfen, wenn nur die wichtigsten Stellen jedes Coefficienten gefordert werden, — da auch hier der Fall nicht vorkommen kann, dass in den Anfangsziffern ein gegenseitiges Aufheben Statt fände. — Uebrigens könnte man auch hier, zur Abkürzung im Schreiben, am Ende jeder Zeile die Wiederholung der letzten Zahl und am Anfang der nächstfolgenden die Null weglassen, wenn man dafür zur Regel machen würde, jede neue Zeile unter der letzten Zahl der vorangehenden mit der Repetition dieser letzteren zu beginnen.

Die Annahme wird kaum unberechtigt sein, dass die in den vorstehenden §§ aufgestellten Formeln und Rechnungs-Vorschriften für die Bernoulli'schen und die diesen verwandten Zahlen die einfachsten sind, welche man bis jetzt besitzt; namentlich möchte dies von den auf die halbe Zahl der Glieder reducirten recurrirenden Gleichungen für die

Bernoulli'schen Zahlen in § 2 VI.—VIII. und für ihre Zähler D in § 3. XIII, andererseits aber von dem Treppenschema zur Berechnung dieser letzteren (§ 3) und von dem doppelten für die Secanten- und Tangenten-Coefficienten (§ 4) gelten. Grösseres Interesse jedoch, als der Vortheil welcher hieraus für die Durchführung von Rechnungen oder Entwickelungen unter Umständen sich ergeben könnte, darf vielleicht der Nachweis in Anspruch nehmen, dass jene eigenthümlichen und in so verschiedenartigen Entwicklungen auftretenden Zahlen-Folgen nicht blos privilegirt sind durch ihre Rolle in der Analysis, sondern auch ausgezeichnet durch ihre arithmetische Natur selbst, vermöge deren sie sich in einfacher und doch charakteristischer Weise sozusagen von selbst aus den Grund-Elementen 1 und 0 aller Zahlenbetrachtung entfalten.



0

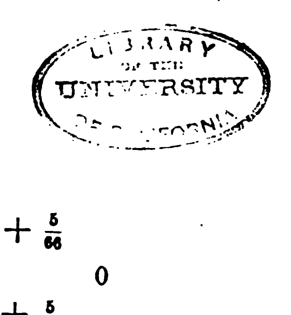
$+\frac{5}{66}$

$+\frac{5}{66}$ 0

$+\frac{5}{66}$

$+\frac{5}{33}$

Bernoulli'schen Zahlen in § 2 VI.—VIII. und für ihre Zähler D in § 3. XIII, andererseits aber von dem Treppenschema zur Berechnung dieser letzteren (§ 3) und von dem doppelten für die Secanten- und Tangenten-Coefficienten (§ 4) gelten. Grösseres Interesse jedoch, als der Vortheil welcher hieraus für die Durchführung von Rechnungen oder Entwickelungen unter Umständen sich ergeben könnte, darf vielleicht der Nachweis in Anspruch nehmen, dass jene eigenthümlichen und in so verschiedenartigen Entwicklungen auftretenden Zahlen-Folgen nicht blos privilegirt sind durch ihre Rolle in der Analysis, sondern auch ausgezeichnet durch ihre arithmetische Natur selbst, vermöge deren sie sich in einfacher und doch charakteristischer Weise sozusagen von selbst aus den Grund-Elementen 1 und 0 aller Zahlenbetrachtung entfalten.



0

$+\frac{5}{66}$

$+\frac{5}{66}$ 0

$+\frac{5}{66}$

$+\frac{5}{33}$

Tangenten-Coefficienten T.

n die Zeilen abwechselnd links und rechts
inern, und der gerade über der letztern

$$\vartheta + \frac{T_3}{1\cdot 2\cdot 3}\vartheta^3 + \frac{T_5}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4\cdot 5}\vartheta^5 + \dots$$

$$\frac{1}{r}2^{2r-2}D_{2r-1} = \frac{1}{r}2^{2r-1}(2^{2r}-1)B_r$$

T_3

16 = T_5

0

272 272 = T_7

272 0

7664 7936 7936 = T_9

15872 7936 0

329984 345856 353792 353792 = T_{11}

Beilage 2.

Differenzen-Tableau der Bernoulli'schen Zähler

$$D_{2r-1} = 2(2^{2r} - 1)\, B_r$$

	0										
		1									
	1		− 1								
		0		0							
$D_1 =$	1		− 1		+ 1						
		− 1		+ 1		0					
	0		0		+ 1		− 3				
		− 1		+ 2		− 3		0			
$-D_3 = -$	1		+ 2		− 2		− 3		+ 17		
		+ 1		0		− 6		+ 17		0	
	0		+ 2		− 8		+ 14		+ 17		− 155
		+ 3		− 8		+ 8		+ 34		− 155	
$D_5 = +$	3		− 6		0		+ 48		− 138		
		− 3		− 8		+ 56		− 104			
	0		− 14		+ 56		− 56				
		− 17		+ 48		0					
$-D_7 = -$	17		+ 34		+ 56						
		+ 17		+ 104							
	0		+ 138								
		+ 155									
$D_9 = +$	155										

$$\operatorname{tg.} \frac{1}{2} \vartheta = \frac{D_1}{1 \cdot 2} \vartheta + \frac{D_3}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \vartheta^3 + \dots$$

Beilage 3.

Treppen-Schema

für die Berechnung der Bernoulli'schen Zähler

$$D_{2r-1} = 2(2^{2r}-1)B_r$$

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}\vartheta = \frac{D_1}{1\cdot 2}\vartheta + \frac{D_3}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4}\vartheta^3 + \ldots$$

Abgesehen von der Spitze 1 und von den Nullen, mit welchen alterirend links und rechts die Zeilen beginnen, ist jede Zahl der Tafel die Summe aus der neben ihr stehenden kleineren und der gerade über dieser befindlichen.

1								
0	1 = D_1							
1	0							
0	1	1 = D_3						
2	1	0						
0	2	3	3 = D_5					
8	6	3	0					
0	8	14	17	17 = D_7				
56	48	34	17	0				
0	56	104	138	155	155 = D_9			
608	552	448	310	155	0			
0	608	1160	1608	1918	2073	2073 = D_{11}		
9440	8832	7672	6064	4146	2073	0		
0	9440	18272	25944	32008	36154	38227	38227 = D_{13}	

Beilage 4.

Differenzen - Tableau

der Secanten-Coefficienten U.

$$\operatorname{Sec}\vartheta = U_0 + \frac{U_2}{1\cdot 2}\vartheta^2 + \frac{U_4}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4}\vartheta^4 + \dots$$

$U_0 =$	1								
		− 1							
	0		0						
		− 1		+ 2					
$-U_2 =$	− 1		+ 2		0				
		+ 1		+ 2		− 16			
	0		+ 4		− 16		0		
		+ 5		− 14		− 16		+ 272	
$U_4 =$	+ 5		− 10		− 32		+ 272		0
		− 5		− 46		+ 256		+ 272	
	0		− 56		+ 224		+ 544		
		− 61		+ 178		+ 800			
$-U_6 =$	− 61		+ 122		+ 1024				
		+ 61		+ 1202					
	0		+ 1324						
		+ 1385							
$U_8 =$	+ 1385								

Herr Wilhelm von Bezold legt vor:

„Die Theorie der stationären Strömung unter ganz allgemeinen Gesichtspunkten betrachtet".

Wenn man die von Kirchhoff[1]) gegebene Ableitung der Ohm'schen Gesetze aufmerksam betrachtet, so kann es kaum entgehen, dass dieselbe im Wesentlichen nicht nur für elektrische Ströme giltig ist, sondern dass sie mit kleinen Abänderungen gerade so gut auf andere Arten stationärer Ströme übertragbar ist.

Thatsächlich haben auch z. B. die Gesetze für den Durchgang der Wärme durch parallele Wände von geringer Dicke[2]) und grosser Flächenausdehnung genau dieselbe Form, wie die Ohm'schen. Das Gleiche gilt von den Formeln, welche die Luftmengen angeben, die bei einseitigem Ueberdrucke durch poröse Wandungen hindurch gepresst werden[3]) nur mit dem Unterschiede, dass an die Stelle der im Ohm'schen Gesetze vorkommenden elektromotorischen Kräfte (d. i. Spannungsdifferenzen) in dem einen Falle Temperatur- in dem andern Druckdifferenzen treten.

Auch das in den Lehrbüchern viel benutzte Gleichniss, bei welchem man statt des galvanischen Stromes einen

1) Poggdff. Ann. LXXVIII. S. 506 ff.

2) Péclet. Traité de la Chaleur 3me ed. tom. I. p. 408 ff.

3) C. Lang in Ztschft. f. Biologie. Bd. XI. S. 323.

Wasserstrom betrachtet, lässt sich viel weiter verfolgen, als man im ersten Augenblicke glauben möchte. So kann man z. B. verschiedene Eigenthümlichkeiten der galvanischen Kette trefflich versinnlichen, wenn man sich an Stelle der Elemente Pumpwerke gesetzt denkt, welche Wasser um bestimmte Höhen heben, während Röhren von dem oberen Ende einer jeden Pumpe zu dem unteren der nächstfolgenden führen und so bei Thätigkeit der Pumpen einen geschlossenen Strom ermöglichen. Entnähme die erste der Pumpen ihr Wasser einem grossen Reservoir z. B. einem See, während die letzte das gehobene Wasser in ein eben solches Reservoir entleerte, so hätte man bei fortgesetzter Wirksamkeit der Pumpen ebenfalls einen stationären Strom, gerade wie in einer Telegraphenleitung, deren Enden mit Erdplatten verbunden sind u. s. w.

Dieses Gleichniss liesse sich noch viel weiter ausspinnen ohne die Analogie zu verlieren.

Eine so weit gehende Uebereinstimmung ist nicht denkbar ohne tiefere innere Begründung und muss unwillkürlich auf den Gedanken führen, dass für beide Gruppen von Erscheinungen gleichartig gebaute Gesetze gelten müssen.

Es schien desshalb angezeigt, einmal den Versuch zu machen, ob es nicht möglich sei, ganz allgemeine Gesetze aufzustellen, welche für alle Arten stationärer Ströme gültig sind, und welche alsdann sowohl die Ohm'schen und Kirchhoff'schen Gesetze der Stromesleitung und Stromverzweigung als auch das Lenz-Joule'sche Gesetz der Erwärmung durch den Strom als specielle Fälle in sich schliessen müssten.

Einer solch' allgemeinen Untersuchung sollen die folgenden Zeilen und voraussichtlich noch einige spätere Mittheilungen gewidmet werden, da sich thatsächlich zeigen wird, dass eine Menge von Fragen der Mechanik, und zwar aus sehr verschiedenen Gebieten, eine Behandlung unter

diesem Gesichtspunkte gestatten. Wenn hier die Beispiele für die einzelnen Sätze zunächst der Lehre vom galvanischen Strome entnommen werden, so liegt der Grund darin, dass es besonders interessant schien, zu zeigen, dass verschiedene der dort längst bekannten und bewiesenen Sätze nicht sowohl in dem Wesen der Elektricität wurzeln, als vielmehr dem stationären Strome eigen sind, und dass sie den Grundanschauungen über dieses Wesen noch äusserst weiten Spielraum gewähren.

Um das Verständniss zu erleichtern, müssen jedoch vor Allem einige Definitionen gegeben, beziehungsweise in's Gedächtniss zurückgerufen werden.

Definitionen und einleitende Bemerkungen.

Wenn ein System von Punkten sich in der Weise bewegt, dass an bestimmten, dem Systeme angehörigen Stellen, des Raumes jederzeit genau der nämliche Bewegungszustand herrscht, so nennt man die Bewegung an jenen Stellen „stationär" und zwar wollen wir sie in diesem Falle als „einfach stationär" bezeichnen.

Tritt eine solche Gleichheit des Bewegungszustandes nur innerhalb gewisser Perioden ein, so dass innerhalb jeder Periode sich dieselben Bewegungszustände in genau gleicher Weise wiederholen, so soll die Bewegung „periodisch stationär" heissen.

Streng genommen ist eine einfach stationäre Bewegung nur denkbar bei continuirlicher Vertheilung der bewegten Massen; bei discontinuirlich vertheilten kann sie nur periodisch sein, aber diese Periode kann unendlich klein werden im Vergleiche mit den übrigen in Betracht kommenden Zeiten und man darf dann eine solche Bewegung mit demselben Rechte als einfach stationäre betrachten, mit welchem man z. B. einen schweren Körper als continuirlich mit Masse

erfüllt ansieht, obwohl man sich denselben aus Atomen zusammengesetzt denkt.

Der Allgemeinheit wegen soll im folgenden immer von Punkten die Rede sein, da die so durchgeführten Betrachtungen auch jenen Fall in sich schliessen, wo die Anzahl der in einem Raumstücke enthaltenen Punkte unendlich gross wird, ein Fall, den man, wie bemerkt, bei einfach stationärer Bewegung immer voraussetzen muss. Dabei sollen diese Punkte, wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil bemerkt ist, immer als materielle Punkte d. h. als träge Massen aufgefasst werden, obwohl verschiedene der später aufzustellenden Sätze auch bei rein mathematischen Punkten gültig bleiben. Inwieferne sich die Sätze für die Bewegung träger Massen auf die Fortpflanzung blosser Zustände übertragen lassen, muss in jedem einzelnen Falle besonders entschieden werden[4]).

Bewegen sich durch eine Linie oder durch einen Complex stetig nebeneinander verlaufender Linien Punkte in der Art, dass durch jede Fläche, welche sämmtliche Linien schneidet, in gleichen Zeiten die gleiche Punktenzahl hindurch geht, so nennt man das Ganze einen stationären Strom. Der Strom ist e i n f a c h s t a t i o n ä r, wenn diese Zeiten beliebig kurz gewählt werden können, p e r i o d i s c h s t a t i o n ä r, wenn die Bedingung nur für bestimmte, aber gleich lange, Zeiträume erfüllt ist.

---

4) So kann man z. B. eine Schwingung, welche die Gesammtenergie $\frac{mv^2}{2}$ besitzt und sich mit der Geschwindigkeit c längs einer Geraden fortpflanzt in vielen Fällen durch eine Masse $M = \frac{mv^2}{c^2}$ ersetzt denken, welche sich mit der Geschwindigkeit c in derselben Graden bewegt. Die Möglichkeit eine grosse Zahl von optischen Erscheinungen mit Hülfe der Emanationstheorie zu erklären beruhte nur darauf, dass eine solche Vertauschung translatorischer Bewegung mit oscillatorischen innerhalb gewisser Grenzen zulässig war.

Beispiele eines einfach stationären Stromes bieten, abgesehen vom galvanischen Strome und von den Wärmeströmen, die Bewegungen in Wasser- und Gasleitungen oder in den Röhren einer Wasserheizung, oder die Bewegungen der Luft in Kaminen und Ventilationsanlagen, annäherungsweise auch die Bewegungen des Wassers in Flüssen und Canälen, das Ausströmen von Gasen und Dämpfen bei constantem Ueberdruck u. s. w.

Periodisch stationäre Ströme erhält man, wenn man z. B. in einen galvanischen Strom einen Selbstunterbrecher einschaltet, oder bei den gewöhnlichen Pumpen, beim hydraulischen Widder, bei der Dampfmaschine u. s. w.

Den Weg, welchen ein Punkt eines Stromes durchläuft, nennt man Stromlinie.

Eine Fläche, welche sämmtliche Stromlinien senkrecht schneidet[5]), heisst ein Querschnitt des Stromes.

Den Inbegriff aller durch ein Element eines Querschnitts gehenden Stromlinien nennt man einen Stromfaden.

Durchlaufen dieselben Punkte den nämlichen Querschnitt immer wieder, so nennt man den Strom in sich geschlossen.

Ein Strom kann in sich geschlossen sein, ohne dass die einzelnen Stromfäden in sich geschlossen sind.

Treten die Stromfäden an einzelnen Stellen auseinander, so dass sie nicht mehr mit einander in Berührung stehen, so heisst der Strom verzweigt.

Die Menge der Punkte, welche in der Zeiteinheit durch den Querschnitt eines Stromes geht, dient als Maass für die „Stromintensität" oder „Stromstärke". Sie soll mit i bezeichnet werden.

---

5) Man kann nicht behaupten, dass immer eine solche Fläche existire; wo dies nicht der Fall ist, müssen eben besondere Untersuchungen darüber angestellt werden, ob die im folgenden zu gebenden Sätze noch anwendbar sind.

Beim einfach stationären Strom ist die Stromstärke constant, d. h. sowohl von der Zeit als auch von der Lage des betreffenden Querschnittes unabhängig.

Beim periodisch stationären Strome ist die „mittlere Stromintensität" constant. Bezeichnet man demnach diese mittlere Intensität durch J die Periode aber durch T, so muss für jeden Querschnitt und für jede Zeit t

$$J = \frac{1}{T}\int_t^{t+T} i dt$$

constant sein.

In dieser Mittheilung sollen nur einfach stationäre Ströme betrachtet werden.

Auch sollen die Entwickelungen zunächst auf Stromfäden beschränkt werden, deren Querschnitt so klein ist, dass man in allen Punkten eines solchen Querschnitts die Geschwindigkeit u. s. w. gleich annehmen darf.

Ist die eben genannte Bedingung auch für die Querschnitte eines ganzen Stromes erfüllt, so sind selbstverständlich die gewonnenen Sätze sofort auf den ganzen Strom übertragbar.

Theorie der einfach stationären Strömung.

§ 1. Denkt man sich aus einem einfach stationären Strome einen Stromfaden herausgenommen, der an einer beliebigen Stelle den (unendlich kleinen) Querschnitt q hat und nennt man die Geschwindigkeit, mit welcher die Punkte durch diesen Querschnitt fliessen v, die Dichtigkeit der Punkte aber d. h. die Anzahl der in der Volumeneinheit enthaltenen Punkte oder eine ihr proportionale Grösse, also auch die in der Volumeneinheit enthaltene Masse, durch δ, so ist

$$i = v q \delta \qquad [1]$$

Wenn nämlich die Punkte mit der Geschwindigkeit v durch den Querschnitt fliessen, so füllen die während einer Zeiteinheit hindurchgegangenen ein Element des Stromfadens von der Basis q und von der Höhe v und ihre Menge beziehungsweise die in dem Element enthaltene Masse ist alsdann $q v \delta$, diese Menge ist aber das Maass der Stromstärke.

δ soll die Massendichtigkeit oder die Dichtigkeit des strömenden Mediums heissen, nicht zu verwechseln mit der Stromdichte ϱ. Letztere wird gemessen durch die Menge der in der Zeiteinheit durch die Querschnittseinheit fliessenden Punkte und es ist demnach

$$\varrho = \frac{i}{q} \qquad [2]$$

Aus Gleichung [1] ergeben sich sofort zwei wichtige Folgerungen für zwei extreme Fälle.

Ist nämlich δ constant $= \delta^*$ so ist auch $\frac{i}{\delta^*}$ constant etwa $= \varkappa$, und demnach

$$v = \frac{i}{q\,\delta^*} = \frac{\varkappa}{q} \qquad [3]$$

d. h. die Geschwindigkeit ist in diesem Falle dem Querschnitt umgekehrt proportional, während die Stromesdichtigkeit

$$\varrho = \frac{i}{q} = v\,\delta^*$$

wird und mithin der Geschwindigkeit proportional ist.

Diesen Fall hat man bei incompressiblen Flüssigkeiten von constanter Temperatur vor sich.

Ist dagegen $q\,\delta$ constant d. h. rücken die Punkte in demselben Maasse aneinander, in welchem der Querschnitt abnimmt, so ist auch v constant $= v^*$ und $\varrho = \delta v^*$ sagt in diesem Falle aus, dass die Stromesdichtigkeit der Dichtigkeit des strömenden Mediums proportional ist.

Es soll später gezeigt werden, dass man sich den galvanischen Strom von dieser Beschaffenheit zu denken hat.

§ 2. Wählt man nun einen Querschnitt als Ausgangspunkt und schneidet man von diesem anfangend im Sinne der Stromesrichtung eine Länge s von dem Stromfaden ab, so sind q und v nur Functionen von s während i davon unabhängig, d. h. allenthalben constant ist.

Die Beschleunigung, welche die strömenden Punkte an einer gegebenen Stelle erfahren, ist sobald einmal der Strom stationär ist, und nur diesen Fall betrachten wir hier, eine Function von s.

Es gibt demnach für die accelerirenden Kräfte, d. h. für die im Sinne der Stromesrichtung wirkenden jedenfalls eine Kräftefunktion V, deren negativer Differentialquotient $-\frac{dV}{ds}$ die im Sinne der Stromesrichtung auf die Masseneinheit wirkende beschleunigende Kraft ist. Da man in allen Fällen, wo diese Kraft die Folge von Anziehungen oder Abstossungen ist, dieselbe den Massen proportional setzen muss, auf welche sie wirkt, so ist die Kraft, welche auf die in einem Stromelemente von der Länge ds enthaltenen Massen $q\,\delta\,ds$ wirkt $-q\,d\frac{dV}{ds}ds$ und mithin die Beschleunigung φ im Sinne der Stromrichtung

$$\varphi = -\frac{q\,\delta\,ds\,\frac{dV}{ds}}{q\,\delta\,ds} = -\frac{dV}{ds}$$

Um die Gesammtbeschleunigung zu erhalten, muss man noch die im entgegengesetzten Sinne thätigen retardirenden Kräfte in Rechnung bringen. Bezeichnet man die durch sie hervorgebrachte Verzögerung ihrem absoluten Werthe nach durch ξ, so erhält man als Gesammtbeschleunigung

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{dV}{ds} - \xi. \qquad [4]$$

Hiebei empfiehlt es sich, den negativen Werth des Differentialquotienten als Beschleunigung anzusehen, weil bei Wirkung der Schwerkraft $V = gh$ wird, wo h die Höhe über der Erdoberfläche ist und man bei Wasserströmen die Richtung von oben nach unten als positive ansieht, während bei galvanischen Strömen V die Potentialfunction ist und auch dort im Sinne des sinkenden Werthes von V die Strömung erfolgt.

Die Betrachtungen in diesem Paragraphen sind so geführt, als ob das strömende Medium aus einzelnen freien Massenpunkten bestände. Sie sind jedoch auch dann noch gültig, wenn zwischen den Punkten dieses strömenden Systemes Kräfte thätig sind, soferne man nur unter $\frac{dV}{ds}$ und ξ nicht nur die von aussen wirkenden, sondern die Summe dieser Kräfte und der aus den Verbindungen entspringenden versteht.

§ 3. Die Gleichung [4] soll nun zunächst verwerthet werden, um die von dem Strome geleistete Arbeit zu ermitteln.

Die Kraft, welche auf die im Stromelemente vom Querschnitt q und von der Länge ds befindliche Masse ausgeübt wird, ist

$$q\delta ds \frac{dv}{dt} = - q\delta \frac{dV}{ds} ds - q\delta\xi ds$$

Dem entsprechend erhält man die während der Zeiteinheit geleistete Arbeit durch Multiplication dieses Werthes mit v, d. h. mit dem Wege, durch welchen diese Kraft während der Zeiteinheit thätig ist.

Die Arbeit ist mithin:

$$vq\delta \frac{dv}{dt} ds = - vq\delta \frac{dV}{ds} ds - vq\delta\xi ds$$

oder wenn man berücksichtigt, dass $vq\delta = i$ und

$$\frac{dv}{dt} = \xi \frac{dv}{ds}\frac{ds}{dt} \text{ ist:}$$

$$iv\frac{dv}{ds}ds = -i\frac{dV}{ds}ds - i\xi ds.$$

Diese Arbeit stellt sich als Differenz der Arbeiten der accelerirenden und retardirenden Kräfte dar.

Von den drei hier stehenden Grössen bietet die letzte das meiste Interesse dar, d. h. es ist von besonderer Bedeutung, die Arbeit kennen zu lernen, welche auf einer bestimmten Strecke zur Ueberwindung der Widerstände zu leisten ist. Bezeichnet man diese Arbeit für das zwischen s' und s'' liegende Stromstück durch U, während die dem s' und s'' entsprechenden Werthe von V, v, q und δ ebenfalls durch die entsprechenden Indices charakterisirt werden sollen, so findet man

$$U = \int_{s'}^{s''} i\xi ds = i(V' - V'') - i\left(\frac{v''^2}{2} - \frac{v'^2}{2}\right)$$

oder

$$U = i\left(V' + \frac{v'^2}{2}\right) - i\left(V'' + \frac{v''^2}{2}\right), \qquad [5]$$

oder wenn man

$$i\left(V' + \frac{v'^2}{2}\right) = U' \text{ und } i\left(V'' + \frac{v''^2}{2}\right) = U'' \text{ setzt,}$$

$$U = U' - U''.$$

Hiebei ist aber iV' nichts anderes als die sogenannte potentielle, $i\frac{v'^2}{2}$ die actuelle Energie, ihre Summe demnach die Gesammtenergie.

Der Satz heisst demnach: die in der Zeiteinheit auf dem Stromstücke von der Länge s zur Ueberwindung der Widerstände verbrauchte Arbeit ist gleich dem Verluste an Ge-

sammtenergie, welchen die in der Zeiteinheit durch den Querschnitt fliessende Masse auf dem Wege s erleidet.

Dieser Satz enthält natürlich nichts Neues in sich, sondern ist nach dem Gesetze der Erhaltung der Kraft selbstverständlich, trotzdem schien seine Ableitung auf diesem Wege wegen des Folgenden unerlässlich.

Unter Benutzung der Gleichung [1] geht diese Formel in die folgende über:

$$U = i(V' - V'') + \frac{i^3}{2}\left[\frac{1}{(q'\delta')^2} - \frac{1}{(q''\delta'')^2}\right]$$

oder auch

$$U = i(V' - V'') + \frac{i}{2}\left[\left(\frac{\varrho'}{\delta'}\right)^2 - \left(\frac{\varrho''}{\delta''}\right)^2\right]$$

Diese Formen gestatten besonders einfache Behandlung der beiden obenerwähnten extremen Fälle.

Ist nämlich δ constant, so ergibt sich

$$U = i(V' - V'') + \frac{i}{2\delta}(\varrho'^2 - \varrho''^2)$$

ist dagegen $q\delta$ oder, was das nämliche ist, v constant, so wird:

$$U = i(V' - V'').$$

Sind die retardirenden Kräfte derartig beschaffen, dass die zu ihrer Ueberwindung erforderliche Arbeit nur in Wärme verwandelt wird, wie dies z. B. bei Reibungswiderständen der Fall ist, so erhält man die auf der betrachteten Strecke des Stromfadens entwickelte Wärme Q durch die Formel

$$Q = A\,U$$

wo A das calorische Aequivalent der Arbeit ist.

Unter Anwendung auf Elektricität ist alsdann Formel [5] nichts anderes als das Lenz-Joule'sche Gesetz.

Man kann demnach auch die Formel [5] als die auf alle Arten einfach stationärer Ströme anwendbare Erweiterung dieses Satzes betrachten.

§ 4. Wäre s die ganze Länge eines in sich geschlossenen Stromes und würde das Gesetz

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{dV}{ds} - \xi$$

allenthalben die gleiche Form behalten und auch nirgends Unstetigkeiten vorkommen, welche eine Integration durch den ganzen Stromeskreis unzulässig erscheinen liessen, so wäre $v' = v''$ und $V' = V''$ und mithin auch

$$U = \int_{s'}^{s''} i\,\xi\,ds = 0$$

oder da ξ, so lange es unter die oben gegebene Definition fällt, sein Zeichen nicht wechseln kann:

$$\xi = 0.$$

Wenn demnach ein stationärer geschlossener Strom überhaupt möglich sein soll, so müssen entweder die Widerstände überall gleich 0 sein oder es müssen die Werthe von V Unstetigkeiten zeigen, oder es müssen an die Stelle von ξ an einzelnen Strecken Ausdrücke mit entgegengesetztem Vorzeichen, d. h. noch andere accelerirende Kräfte als die durch $\frac{dV}{ds}$ ausgedrückten treten.

Dies lässt sich folgendermassen näher untersuchen:

Man theilt den ganzen Strom in 2n Stücke in der Art, dass auf den Strecken 1,3 . . . 2n — 1 die Gleichung [4] in der oben bezeichneten Weise gültig bleibt, während die Strecken 2, 4 . . 2n die Ausnahmsstellen enthalten sollen, wobei es aber durchaus nicht nöthig ist, dass all' diese Strecken mit geradem Index wirklich solche enthalten, sondern nur vorausgesetzt ist, dass auf den ungeradzahligen keinenfalls solche vorkommen.

Dann gelten jedenfalls die Gleichungen:

$$U_1 = U'_1 - U''_1 = i\left(V'_1 + \frac{v'^2_1}{2}\right) - i\left(V''_1 + \frac{v''^2_1}{2}\right)$$

$$U_3 = U'_3 - U''_3 = i\left(V'_3 + \frac{v'^2_3}{2}\right) - i\left(V''_3 + \frac{v''^2_3}{2}\right)$$

. . . .

$$U_{2n-1} = U'_{2n-1} - U''_{2n-1} = i\left(V'_{2n-1} + \frac{v'^2_{2n-1}}{2}\right)$$

$$- i\left(V''_{2n-1} + \frac{v''^2_{2n-1}}{2}\right)$$

Addirt man alle diese Gleichungen, so erhält man:

$$\sum_1^n U_{2\nu-1} = \sum_1^n (U'_{2\nu+1} - U''_{2\nu-1}) \qquad [6]$$

wobei man nur zu beachten hat, dass für den geschlossenen Strom der Index $2n + 1$ mit dem Index 1 identisch d. h.

$U'_{2n+1} = U'_1$ wird.

Dieser Satz lässt sich folgendermaassen aussprechen:

Nimmt man aus einem geschlossenen Strome beliebig viele Stücke heraus, welche jedoch sämmtlich der Bedingung genügen, dass auf ihnen die Totalenergie (immer bezogen auf die in der Zeiteinheit durch den Querschnitt fliessende Masse) im Sinne der Stromesrichtung abnimmt, so erhält man den auf sämmtlichen Stücken in der Zeiteinheit erfolgenden Verlust an totaler Energie, indem man die Sprünge, welche diese Grösse beim Uebergang von einem Stücke zum nächstfolgenden erleidet, addirt. Dabei ist dieser Sprung, d. h. die Differenz positiv zu rechnen, wenn die Totalenergie im Anfangspunkte des im Sinne der Stromesrichtung nach-

folgenden Stückes grösser ist als am Ende des vorhergehenden.

Sind die widerstehenden Kräfte der Art, dass aller Aufwand von Energie zur Erzeugung von Wärme dient, so gibt diese Summe die auf den betreffenden Stromstücken entwickelte Wärme in mechanischem Maasse.

Da dieser Satz gültig bleibt, ohne irgend welche Rücksicht auf das Verhalten der zwischenliegenden, mit geradem Index behafteten Stücke, so umfasst er auch jenen Fall, wo diese Stücke unendlich kurz werden und der Trennungspunkt zweier aufeinander folgender Strecken mit ungeradem Index ein Discontinuitätspunkt wird.

Ist v auf jedem der betrachteten Stromstücke constant, d. h. $v_1' = v_1''$ u. s. w., so wird

$$\sum_1^n U_{2\nu-1} = i \sum_1^n (V'_{2\nu+1} - V''_{2\nu-1})$$

oder wenn man die zwischenliegenden Stücke vom Index 2ν ganz ignorirt und fortlaufend zählt

$$\sum_1^n U_\mu = i \sum_1^n (V'_{\mu+1} - V''_\mu) = i \sum_1^n V_{\mu,\mu+1} \qquad [7]$$

und die Differenz

$$V'_{\mu+1} - V'_\mu = V_{\mu,\mu+1} \text{ setzt.}$$

Beim galvanischen Strome ist $V_{\mu,\mu+1}$ nichts anderes als die an der Berührungsstelle der Leiter μ und $\mu + 1$ herrschende elektromotorische Kraft oder

$$\sum_1^n U_\mu = i \Sigma E$$

und die im ganzen Schliessungsbogen entwickelte Wärmemenge ist demnach

$$\Sigma Q = A i \Sigma E \qquad [8]$$

ein Satz, der jedoch nur auf die metallischen Theile des Schliessungsbogens anwendbar ist, und auch hier nur nach

Ausschluss der Berührungsstellen verschiedener Metalle, d. h. ohne Berücksichtigung des Peltier'schen Phänomens.

Die Formel [6] wirft ein interessantes Licht auf Fälle, wo eine Querschnittsänderung eintritt:

Nimmt man nämlich ein Stromstück heraus, in welchem $q'' > q'$, so wird, wie oben bemerkt, bei einer incompressiblen Flüssigkeit $v' > v''$ und ist demnach in der Formel

$$U = i(V' - V'') + i\left(\frac{v'^2}{2} - \frac{v''^2}{2}\right)$$

welche den Aufwand an totaler Energie auf dem betrachteten Stücke darstellt, nicht nur die erste Differenz positiv, sondern auch die zweite.

Wenn hingegen $q' > q''$, so ist die zweite negativ. Würde man nun in den beiden Fällen Strecken von solcher Länge wählen, dass $V' - V''$ den gleichen Werth behielte, so würde das Gesammtresultat im ersteren Falle grösser werden als im zweiten.

Nimmt man an, dass der ganze Aufwand von Energie zu Wärmeentwickelung diene, so würden demnach bei einer incompressiblen oder nur schwach compressiblen Flüssigkeit die Uebergangsstellen von engerer zu weiterer Leitung eine grössere Wärmeabgabe zeigen als Stellen, an welchen die Leitung enger wird.

Da beim galvanischen Strome ein solcher Einfluss von Querschnittsänderungen nicht nachweisbar ist, so folgt wenigstens unter Grundelegung einer unitarischen Anschauung schon hieraus, dass man sich die Geschwindigkeit v, wenigstens in einem und demselben Materiale constant zu denken hat, im Gegensatze zu Edlund, der diese Geschwindigkeit dem Querschnitte umgekehrt proportional annimmt[6]). Wenn man von der binären Hypothese ausgeht, und dem

---

6) K. Swensk. Vetenskaps-Akadem. Handlingar. Bd. XII Nr. 8 § 6.

entsprechend den Strom als Doppelstrom betrachtet, kann dieses negative Resultat kein Kriterium abgeben.

§ 5. Nach dieser Betrachtung der Strecken mit ungeradem Index, d. h. jener Strecken, auf welchen das Gesetz

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{dV}{ds} - \xi$$

gültig ist, und ξ ein bloser Widerstand, sollen nun auch die Strecken mit geradem Index betrachtet werden, von welchen schon vorhin bewiesen wurde, dass auf ihnen wenigstens theilweise andere Gesetze gelten müssen. Dabei soll jedoch zunächst vorausgesetzt werden, dass weder V noch v Unstetigkeiten aufweise und demnach $U_2' = U_1''$, $U_2'' = U_3'$ u. s. w. sei.

Dann werden die auf den Strecken mit geradem Index eintretenden Energieverluste beziehungsweise Gewinne durch folgende Ausdrücke dargestellt werden

$$\begin{aligned} U_2 &= U_2' - U_2'' = U_1'' - U_3' \\ U_4 &= U_4 - U_4'' = U_3'' - U_5' \\ &\vdots \\ U_{2n} &= U_{2n}' - U_{2n}'' = U_{2n-1}'' - U_1 \end{aligned}$$

Addirt man nun sowohl diese Gleichungen, sowie die unter [6] aufgeführten zusammen, so kommt:

$$\sum_1^n U_{2\nu-1} + \sum_1^n U_{2\nu} = 0. \qquad [9]$$

Da nun $\sum\limits_1^n U_{2\nu-1}$ immer positiv ist, so muss $\sum\limits_1^n U_{2\nu}$ jedenfalls negativ sein, d. h. es müssen unter den Grössen $U_{2\nu}$ jedenfalls welche vorkommen, die keinen Energieverlust, sondern einen Energiegewinn darstellen.

Theilt man den Strom in der Art, dass die Trennungsstellen der geradzahligen und ungeradzahligen Strecken mit den Maximal- und Minimalwerthen von U zusammenfallen,

so müssen selbstverständlich sämmtliche Werthe $U_{2\nu}$ negativ sein.

Für eine solche Strecke stellen sich nun die Verhältnisse folgendermaassen:

Unter allen Bedingungen bleibt die Gleichung bestehen:

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{dV}{ds} + \Xi \qquad [10]$$

wo Ξ die Gesammt-Beschleunigung ist, welche die Masseneinheit von Kräften erleidet, die nicht bei der Bildung der Kräftefunktion V berücksichtigt wurden.

Multiplicirt man auf beiden Seiten mit ids und bringt man alsdann $-i\frac{dV}{ds}ds$ von der rechten auf die linke Seite, so bekommt man:

$$dU_{2\nu} = i\,\Xi\,ds$$

oder

$$U''_{2\nu} - U'_{2\nu} = i\int_{s'}^{s''}\Xi\,ds \qquad [11]$$

Da nun der Voraussetzung gemäss auf dem betrachteten Stücke ein Energiezuwachs eintritt, so ist diese Differenz positiv und muss demnach auch Ξ, wenigstens eine Strecke weit, positiv sein.

Mithin kann Ξ keinenfalls auf dem ganzen Stücke eine aus blossen Widerständen entspringende negative Beschleunigung, d. h. Verzögerung sein.

Da jedoch auch auf diesen Stücken solche Widerstände nicht ausgeschlossen sind, so muss im Allgemeinen

$$\Xi = \eta - \xi$$

sein, wo η die (positive) Beschleunigung ist, welche die Masseneinheit durch Kräfte erfährt, die aus der Kräftefunction V nicht ableitbar sind.

Der ganze Gewinn an Energie in einem solchen Stücke stellt sich also durch die Formel dar:

$$U''_{2\nu} - U'_{2\nu} = i\left(V''_{2\nu} - V'_{2\nu}\right) + i\left(\frac{v''^2_{2\nu}}{2} - \frac{v'^2_{2\nu}}{2}\right)$$

$$= i\int_{s'_{2\nu}}^{s''_{2\nu}} \eta_{2\nu}\, ds - i\int_{s'_{2\nu}}^{s''_{2\nu}} \xi_{2\nu}\, ds \qquad [12]$$

während die auf dem Stücke zu leistende Arbeit

$$L_{2\nu} = i\int_{s'_{2\nu}}^{s''_{2\nu}} \eta_{2\nu}\, ds = U''_{2\nu} - U'_{2\nu} + i\int_{s'_{2\nu}}^{s''_{2\nu}} \xi_{2\nu}\, ds \qquad [13]$$

ist.

Wird diese Arbeit durch Aufwand von Wärme geleistet, so muss die Wärmemenge $Q_{2\nu} = A\,L_{2\nu}$ verschwinden, wenn die widerstehenden Kräfte von zu leistender äusserer Arbeit herrühren. Hat jedoch die Verzögerung $\xi_{2\nu}$ ihren Grund in Kräften die nach Art eines Reibungswiderstandes wirken, so wird durch ihre Ueberwindung wieder Wärme erzeugt und die verschwindende Wärmemenge ist alsdann nur

$$Q_{2\nu} = A\,L_{2\nu} - Ai\int_{s'_{2\nu}}^{s''_{2\nu}} \xi_{2\nu}\, ds = A\,(U''_{2\nu} - U_{2\nu}). \qquad [14]$$

Um die Bedeutung der hier eingeführten Grössen anschaulicher zu machen, sei erwähnt, dass in dem Falle, wo man durch ein Pumpwerk und eine vom oberen Ende der Pumpe zum unteren geführte Rückleitung einen Flüssigkeitsstrom herstellen würde, die Pumpe selbst als Strecke von geradem Index also etwa als s_2 zu betrachten ist und dass in diesem Falle $i\int \eta_2 ds$ ausgedehnt durch die Höhe der

Pumpe, die ganze zu deren Betrieb einschliesslich der Reibungswiderstände erforderliche Arbeit repräsentiren würde, während sich das ξ_2 auf die Reibungswiderstände in der Pumpe bezöge.

So lange keine Unstetigkeiten in den Werthen von V und v und mithin auch in den Werthen von U vorkommen, ist $U''_{2\nu} = U'_{2\nu+1}$ und $U'_{2\nu} = U''_{2\nu-1}$ und mithin auch

$$L_{2\nu} = U'_{2\nu+1} - U''_{2\nu-1} + X_{2\nu}$$

wenn man unter $X_{2\nu}$ die Arbeit versteht, welche zur Ueberwindung der Widerstände während der Zeiteinheit auf dem Stücke 2ν zu leisten ist. Diese Gleichung bleibt nun richtig, wie kurz auch das Stück mit dem Index 2ν sein mag, so dass auch für den Fall, wo dieses Stück verschwindend klein wird und nur eine Discontinuität zwischen den auf $2\nu - 1$ und $2\nu + 1$ bezüglichen Grössen eintritt, die Gleichung Gültigkeit behält. Dabei empfiehlt es sich jedoch, in einem solchen Falle $L_{2\nu} = L_{2\nu-1,\,2\nu+1}$ zu setzen und einfach fortlaufende Indices μ, $\mu + 1$ zu wählen, so dass schliesslich $L_{\mu,\,\mu+1}$ statt $L_{2\nu}$ und $X_{\mu,\,\mu+1}$ statt $X_{2\nu}$ zu schreiben ist und die ganze Gleichung übergeht in:

$$L_{\mu,\,\mu+1} = U'_{\mu+1} - U''_{\mu} + X_{\mu,\,\mu+1} \qquad [15]$$

Für den Fall, dass alle Arbeitsleistung auf Kosten von Wärme geschieht und auch die Widerstandsarbeiten, wenn solche bei unendlich kurzen Stücken überhaupt noch vorkommen sollten, in Wärme verwandelt werden, erhält man bei entsprechender Bezeichnung und unter Berücksichtigung des Umstandes, dass eine verschwindende Wärmemenge als eine negative auftretende angesehen werden kann, als erzeugte Wärmemenge an der Uebergangsstelle

$$Q_{\mu,\mu+1} = A\left[U''_{\mu} - U'_{\mu+1}\right] \qquad [16]$$

ein Ausdruck, der unter den eben gemachten Voraussetzungen stets negativ sein, und demnach eine verschwindende Wärmemenge darstellen wird.

Es ist natürlich nicht undenkbar, dass auch auf den Strecken mit abnehmender Energie, wie sie oben betrachtet wurden ausser $-\frac{dV}{ds}$ noch andere Kräfte eine in demselben Sinne wirkende Beschleunigung hervorbringen, die dann auch wieder durch η, oder wenn wir der gerade betrachteten Strecke den Index ν geben, η_{ν} bezeichnet werden mag. Alsdann wird die auf einer solchen Strecke zur Ueberwindung von Widerständen verbrauchte Arbeit

$$L_{\nu} = U'_{\nu} - U''_{\nu} + \int_{s'_{\nu}}^{s''_{\nu}} i\eta_{\nu} ds = U'_{\nu} - U''_{\nu} + Y_{\nu}$$

Geht diese Arbeit in Wärme über, so ist die erzeugte Wärmemenge

$$Q = AL_{\nu}.$$

Muss jedoch die Arbeit Y selbst wieder auf Kosten der dem Körper innewohnenden Wärme geschaffen werden, so wird wiederum wie oben

$$Q_{\nu} = AL_{\nu} - AY_{\nu} = A\,(U'_{\nu} - U''_{\nu})$$

So lange die Bedingungen der Stetigkeit erfüllt sind, kann man auch hier wiederum $U'_{\nu} = U''_{\nu-1}$ und $U''_{\nu} = U'_{\nu+1}$ setzen, oder $Q_{\nu} = A\left[U''_{\nu-1} - U_{\nu+1}\right]$.

Schrumpft nun die Strecke mit dem Index ν mehr und mehr zusammen und setzt man dann μ statt $\nu - 1$, und $\mu + 1$ statt $\nu + 1$, und bezeichnet man analog wie oben Q_{ν} in

in diesem Falle durch $Q_{\mu, \mu+1}$ so erhält man

$$Q_{\mu, \mu+1} = A \left[U_\mu - U'_{\mu+1}\right]$$

also genau dieselbe Formel wie oben.

Diese Formel gibt demnach für Unstetigkeitsstellen sowohl die verschwindenden als auch die auftretenden Wärmemengen an.

In ihrer Anwendung auf den galvanischen Strom enthält sie den Ausdruck für das Peltier'sche Phänomen.

Dieser Ausdruck gewinnt jedoch dadurch ein besonderes Interesse, dass er auf einen Umstand hinweist, den man meines Wissens bisher bei diesem Vorgange nicht in Betracht gezogen hat. Er zeigt nämlich, dass unter der Annahme einer unitarischen Anschauung die Erwärmungen und Abkühlungen an den Berührungsstellen zweier verschiedener Leiter nicht nur von ihrer Spannungsdifferenz (Potential-Niveau-Differenz), sondern auch von den Geschwindigkeiten abhängen, welche zu beiden Seiten der Berührungsstelle herrschen. Man sieht dies sofort, wenn man den Ausdruck [16] ausführlich schreibt, dann erhält man

$$Q_{\mu, \mu+1} = Ai \left[V'_\mu - V'_{\mu+1}\right] + Ai \left[\frac{v''^2_\mu}{2} - \frac{v'^2_{\mu+1}}{2}\right]$$

Der Wärmeverbrauch an einer solchen Trennungsstelle wird demnach grösser sein, als die blosse Potentialniveaudifferenz erfordert, wenn zugleich eine Zunahme der Geschwindigkeit erfolgt (was ja bei geringerer Dichtigkeit δ auf dem Leiter $\mu + 1$, auch ohne Querschnittsänderung der Fall ist) geringer, wenn die Geschwindigkeit abnimmt.

Trotzdem wird das Gesetz, welches aus den Favre'schen Versuchen[7]) abgeleitet wurde, und wonach die algebraische

7) Annales de chim. et de phys. (1) T 40 (1854).

Summe aller an den Berührungsstellen verschiedener Leiter verschwindenden und auftretenden Wärmemengen gleich sein muss den in den Leitern selbst entwickelten, dadurch nicht gestört. Bildet man nämlich $\Sigma Q_{\mu,\mu+1}$ für einen in sich geschlossenen Stromeskreis, so ist

$$\sum_1^n Q_{\mu,\mu+1} = -\, A\, i \sum_1^n E_{\mu,\mu+1} + A\, i \sum_1^n \left(\frac{v''^2_{\mu}}{2} - \frac{v'^2_{\mu+1}}{2} \right)$$

Erinnert man sich nun daran, dass bei geschlossenem Strome $v'_{n+1} = v'_1$ und vereinigt man dann in der letzten rechts stehenden Summe, das 2te mit dem 3ten, das 5te mit dem 6ten Gliede u. s. w. und schliesslich das letzte mit dem ersten, so erhält man für einen geschlossenen Strom:

$$\sum_1^n \left(\frac{v''^2_{\mu}}{2} - \frac{v'^2_{\mu+1}}{2} \right) = \sum_1^n \left(\frac{v''^2_{\mu}}{2} - \frac{v'^2_{\mu}}{2} \right)$$

und da, wie schon in § 4 bemerkt und später in § 6 noch bewiesen werden soll

$$v''_{\mu} - v'_{\mu} = 0$$

auch

$$\sum_1^n \left[\frac{v''^2_{\mu}}{2} - \frac{v'^2_{\mu+1}}{2} \right] = 0$$

und mithin

$$\Sigma Q_{\mu,\mu+1} = -\, A\, i\, \Sigma E \qquad [17]$$

oder im Zusammenhalte mit Formel [8]

$$\Sigma Q_{\mu} + \Sigma Q_{\mu,\mu+1} = 0 \qquad [18]$$

wie es Favre's Versuche verlangen.

Der von Edlund[8]) gezogene Schluss, dass die beim Peltier'schen Phänomen auftretenden oder verschwindenden

8) Poggdff. An. Bd. 137.

Wärmemengen der Spannungsdifferenz der beiden Metalle proportional seien ist demnach nur bindend, wenn entweder die Hypothese von dem Doppelstrome festgehalten wird, oder wenn bei unitarischer Anschauung die Geschwindigkeit v in der ganzen Kette allenthalben die gleiche ist, ohne Rücksicht auf das Material der einzelnen Theile.

Die Einwände, welche abgesehen von dem eben berührten Punkte, der meines Wissens bisher unbeachtet blieb, von Wüllner[9]) gegen Edlund's Folgerungen erhoben wurden, sind mir nicht verständlich.

Dagegen geht aus den eben angestellten Betrachtungen hervor, dass unter Annahme des Doppelstromes die an Löthstellen auftretenden oder verschwindenden Wärmemengen den auf elektrostatischem Wege ermittelten Spannungsdifferenzen genau proportional sein müssten. Abweichungen von dieser Proportionalität würden demnach sowohl diese Annahme als eine unhaltbare kennzeichnen als auch darthun, dass die Geschwindigkeiten v, mit denen sich die elektrischen Massen (soferne sich solche für die in Wahrheit noch unbekannten Vorgänge substituiren lassen) im Strome bewegen, in den verschiedenen Leitern verschiedene seien.

§ 6. Es erübrigt uns nun noch die Lösung der Aufgabe unter gegebenen Verhältnissen die Stärke des entstehenden Stromes zu bestimmen.

Man muss zu dem Ende untersuchen, unter welchen Bedingungen die Gleichung [4] d. i.

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{dV}{ds} - \xi$$

allgemeine Lösungen gestattet.

Dies ist in zwei ziemlich umfassenden Fällen möglich, nämlich einmal wenn $dv = 0$ und $\xi = \varphi(v) \,.\, f(s)$ ist und

9) Experimentalphysik. 3 Aufl. Bd. IV. S. 555—556.

ferner, wenn für ξ die Bedingung $\xi = v^2 \varphi s$ erfüllt ist, ohne dass desshalb $dv = o$ zu sein brauchte.

Den ersten Fall hat man vor sich, wenn eine incompressible Flüssigkeit bei constantem Querschnitt gegeben ist, oder wenn $q\,\delta$ constant ist, in welchem Falle man das strömende Medium als absolut compressibel bezeichnen könnte.

Gleichung [4] aber wird

$$\frac{dV}{ds} = -\xi$$

und wenn man nun beachtet, dass man statt $\varphi(v)$ gerade so gut $\psi(i)$ schreiben kann, weil $i = v\,q\,\delta$ und $q\,\delta$ constant ist

$$\frac{dV}{ds} = -\psi(i)\,f(s) \qquad [19]$$

oder wenn man aus dem Strome das zwischen den Längen s' und s'' liegende Stück heraus nimmt und integrirt

$$V' - V'' = \psi(i) \int_{s'}^{s''} f(s)\,ds \qquad [20]$$

Hat man nun einen in sich geschlossenen Strom und nimmt man aus diesem einzelne (getrennte) Stücken heraus, für welche das oben aufgestellte Grundgesetz gültig ist und setzt man

$$\int_{s'}^{s''} f(s)ds = Fs$$

so wird

$$\begin{aligned} \psi i\,F(s_a) &= V'_a - V''_a \\ \psi i\,F(s_b) &= V'_b - V''_b \qquad [21] \\ &\ldots\ldots\ldots \\ \psi i\,F(s_n) &= V'_n - V''_n \end{aligned}$$

oder wenn man alle rechts und alle links stehenden Glieder addirt $\psi i\,\Sigma F(s_n) = \Sigma V_{n,n+1}$ wo $V_{n,n+1} = V'_{n+1} - V''_n$ ist d. h. gleich dem Sprunge der Kräftefunction, der beim Uebergang vom Stücke n zum Stücke n + 1 stattfindet.

Bezeichnet man die inverse Function von ψ durch Ψ, so kann man auch setzen:

$$i = \Psi \frac{\Sigma V_{n,n+1}}{\Sigma F(s_n)} \qquad [22]$$

Ein Satz, den man als die Verallgemeinerung des Ohm'schen Gesetzes bezeichnen kann.

$\psi i\,F(s_n)$ ist die Arbeit, welche der Stromlauf der Strecke s_n während der Zeiteinheit leistet.

Für $\psi i = i$ geht die Formel über in

$$i = \frac{\Sigma V_{n,n+1}}{\Sigma, F(s)} \qquad [23]$$

Für $\psi i = i$ und $f(s) = \frac{1}{q_n k_n}$ d. h. für $\xi_n = \frac{v_n \delta_n}{k_n}$ und für $dq_n = 0$ aber erhält man

$$i = \frac{\Sigma V_{n,n+1}}{\Sigma \frac{s_n}{k_n q_n}}$$

wobei jedoch immer noch angenommen ist, dass die einzelnen Stromstücke a, b u. s. w. durch endliche Strecken von einander getrennt seien und nur auf keinem derselben V unstetig werde[10]).

10) Zu dem nämlichen Gesetze für den Widerstand, den ein Leiter dem galvanischen Strom im gewöhnlichen (mechanischen) Sinne des Wortes entgegensetzt, kommt Edlund in k. Vetenskaps. Aks. Handl. Bd. XII. Nr. 8 § 10.

Denkt man sich nun die Endpunkte dieser Stücke näher und näher aneinander rückend bis sie an den Unstetigkeitsstellen von V einander berühren, so treten an die Stelle von $V_{n,n+1}$ eben die Spannungsdifferenzen zwischen den verschiedenen Leitern oder die sogenannten elektromotorischen Kräfte, d. h. man hat alsdann

$$i = \frac{\Sigma E}{\Sigma \frac{s}{kq}}$$

oder das Ohm'sche Gesetz in seiner gewöhnlichen Form.

Hat man einen verzweigten Strom und durchläuft man einen in sich geschlossenen Kreis, so bleiben für einzelne Stücken dieses Kreises die Gleichungen [21] ebenfalls noch gültig, nur mit dem Unterschiede, dass alsdann i nicht auf allen Stücken den gleichen Werth hat, die Summation liefert desshalb in diesem Falle das Resultat:

$$\Sigma \psi(i_n) F(s_n) = \Sigma V_{n,n+1}$$

während für die von einem Verzweigungspunkte ausgehenden Ströme die Kirchhoff'sche Bedingung

$$\Sigma i = 0$$

gelten muss.

Die Lösung einer Verzweigungsfrage reducirt sich also auch hier auf ein Eliminationsproblem.

§ 7. Auch bei wechselndem Werthe der Geschwindigkeit gibt es doch, wie schon bemerkt, einen Fall, in dem eine Lösung der Gleichung in ähnlicher Weise wie oben möglich ist, nämlich dann, wenn der Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional ist oder $\xi = v^2 \varphi(s)$.

Die Einsetzung dieses Ausdruckes in [4] ergibt

$$-\frac{dV}{ds} = v^2 \varphi(s) + \frac{1}{2} \frac{dv^2}{ds} \qquad [24]$$

oder wenn man sich daran erinnert, dass

$$v = \frac{i}{q\delta}$$

und $q\delta$ als Funktion von s betrachtet werden kann und demnach auch $\frac{\varphi(s)}{q\delta}$ als solche, so dass man $\frac{\varphi(s)}{q\delta} = f(s)$ setzen darf, so erhält man für ein Stromstück, das ganz und gar dem betreffenden Gesetze unterworfen ist, die Gleichung:

$$V' - V'' = i^2 \int_{s'}^{s'} f(s)\,ds + \frac{i^2}{2}\left[\frac{1}{q''^2\,\delta''^2} - \frac{1}{q'^2\,\delta'^2}\right]$$

$$= i^2 \left[\left(F(s'') + \frac{1}{2q''^2\,\delta''^2}\right) - \left(F(s') + \frac{1}{2q'^2\,\delta'^2}\right)\right] \qquad [25]$$

oder wenn man den in Klammer stehenden Ausdruck durch W_s bezeichnet

$$V' - V'' = i^2\, W_s \qquad [26]$$

W_s ist analog wie oben die Arbeit, welche der Strom 1 auf der Strecke s leistet.

Zerfällt man den ganzen Strom wieder in verschiedene Stücke, so ergeben sich ähnlich wie oben die Gleichungen:

$$i^2\, W_1 = V_1' - V_1''$$

$$i^2\, W_2 = V_2' - V_2''$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$i^2\, W_n = V_n' - V_n''$$

oder nach Summation

$$i^2 \sum_1^n W_\nu = V_1' - V_n'' + \sum_1^{n-1} V_{\nu,\nu+1}$$

was für einen geschlossenen Strom, wo $V_1' = V_{n+1}'$ zu setzen ist,

$$i^2 \Sigma W_n = \Sigma V_{n,n+1} \qquad [27]$$

ergibt, oder

$$i = \frac{\sqrt{\Sigma V_{n,n+1}}}{\sqrt{\Sigma W_n}} \qquad [28]$$

Im Falle einer Stromverzweigung tritt an Stelle von Gleichung [27] für jeden in sich geschlossenen Stromeskreis die Gleichung

$$\Sigma i_n^2 W_n = \Sigma V_{n,n+1} \qquad [29]$$

während die Gleichung

$$\Sigma i = 0$$

für jeden Verzweigungspunkt nach wie vor bestehen bleibt.

Die zuletzt entwickelten Gleichungen schliessen die Formeln für die Bewegungen der Luft in weiten Röhren, also z. B. für die Bewegung in Kaminen oder Ventilationsanlagen in sich.

Sitzung vom 7. Juli 1877.

Der Classensecretär v. Kobell legt vor und bespricht nachstehende Abhandlung:

„Versuche über das Verhalten des Wassers in engen Räumen bei Glühhitze, von Dr. Fr. Pfaff".

Unter den vielen Fragen, welche in der Geologie behandelt werden, ist für das Kapitel der Gesteinslehre wohl keine wichtiger, als die: Wie verhält sich das Wasser bei sehr hohem Drucke und sehr hoher Temperatur gegen die verschiedenen chemischen Verbindungen, mit denen wir es in den Gebirgsarten zu thun haben, vor Allem gegen die Silicate?

Auch für den Techniker und Physiker ist die Frage nach dem Verhalten des Wassers bei hoher Temperatur unter starkem Drucke insoferne von der grössten Bedeutung, als ja das Kochen des Wassers, also die Dampfbildung in einem bestimmten Verhältnisse zu dem Drucke steht, über welches nach den verschiedenen empirisch festgestellten Thatsachen sehr abweichende Gesetze aufgestellt wurden.

Wenn man sich nun vergegenwärtigt, dass in geschlossenen Gefässen die Spannkraft des Dampfes sehr rasch mit der Temperatur steigt, so begreift man auch sofort, warum

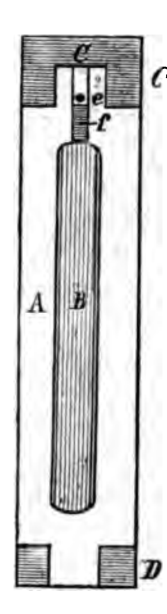
im Ganzen noch so wenig sichere Resultate über das Verhalten des Wassers bei sehr hoher Temperatur vorliegen und warum unter den Geologen noch so viel Streit über die Wirkung und Leistungsfähigkeit des Wassers und der Wasserdämpfe bei Temperaturen bis 2000, wie wir sie in der Tiefe der Erde annehmen dürfen, herrscht. Die Schwierigkeiten des Experimentirens steigen eben auch sehr bedeutend mit der Steigerung der Temperatur, bei welcher man seine Versuche anstellen will, und auch abgesehen von der Gefährlichkeit schrecken die so oft negativen d. h. nicht geglückten Versuche wohl Manchen von der Wiederholung derselben ab. In den letzten Jahren hat der leider so früh der Wissenschaft entrissene Vogelsang in Gemeinschaft mit Dr. Bettendorf Versuche der Art angestellt, indem er das Wasser in kupfernen Cylindern einschloss.[1]) Meistens ergaben dieselben ein negatives Resultat, indem bei längerer Dauer der Erhitzung das Wasser unmerklich entwich. Vogelsang wendete eine Temperatur von beiläufig Zinkschmelzhitze an, er giebt sie zu 400—480° an. Er erwähnt dabei früherer Versuche von Daubrée, der Glas in einen eisernen Cylinder einschloss und noch höhere Temperaturen anwandte. Er berichtet, dass die Röhren häufig zersprangen und sagt über die Abhandlung desselben in den Annales des mines, die mir selbst nicht zugänglich geworden ist, „man vermisst darin leider meistentheils die einfach referirende Darstellung, welche die Arbeiten der französischen Naturforscher im Allgemeinen so vortheilhaft auszeichnen.“ Andre Versuche sind mir nicht bekannt geworden und insoferne möchten die im folgenden kurz beschriebenen Versuche, bei denen das Wasser bis zu lebhafter Rothglühhitze des Eisens erhitzt wurde, nicht ohne Interesse sein, obwohl sie nur in kleinem Massstabe angelegt wurden, was ja bei so hohen Temperaturen kaum anders möglich sein dürfte.

[1]) Cfr. Vogelsang, Philosophie der Geologie.

Die Mittheilungen Vogelsangs, so wie die Thatsache, dass glühende Metalle für Glas permeabel seien, liess mich von der Wahl metallener Gefässe für das Wasser absehen. So wählte ich daher ebenfalls, wie Daubrée, Glasröhren, die in eiserne Cylinder eingeschlossen wurden. Die ersten Versuche stellte ich in der Art an, dass ich Stücke von dicken Thermometerröhren, wie sie zu Maximumthermometern verwendet werden, mit Wasser füllte und dieselben dann zuschmolz, wobei natürlich stets an dem einen Ende ein kleines Stück des Lumens von Wasser frei bleiben musste. Diese Stücken wurden dann in ein rundes mit entsprechender Bohrung versehenes Eisenstück, welches oben zugeschraubt wurde, gesteckt, dann mittelst einer dreifachen Bunsenschen Gaslampe zur Rothglühhitze gebracht und eine Stunde derselben ausgesetzt. Die Versuche hatten in dieser Weise angestellt stets denselben Ausgang, wie er auch wohl erklärlich ist. Zunächst war es, nach Hinwegnahme der Schraube stets unmöglich, die Glasröhre aus dem Eisen herauszubringen. Bei dieser Temperatur wurde nehmlich auch das Glas erweicht und der in dem oberen Theil des Röhrchens sich entwickelnde Dampf trieb die Glasröhre so weit auf, und presste sie so fest an das Eisen an, dass selbst nach dem Durchsägen des Eisens dieselbe nicht herausgenommen werden konnte. Dabei zeigte sich noch ein fernerer Uebelstand, nehmlich der, dass die Glasröhre eine sehr grosse Menge von Rissen bekam, die nothwendige Folge der stärkeren Zusammenziehung des Eisens, das beim höchsten Hitzegrade, dem der Apparat ausgesetzt war, sich enge an das Glas anschmiegte und beim Erkalten dasselbe zusammenpresste. Man konnte auch bei genauer Beobachtung des Apparates während des Erkaltens ganz deutlich in einem bestimmten Zeitpunkte ein eigenthümliches Geräusch im Innern des Apparates vernehmen, wie es reissende Glasmassen verursachen. Tropfbarflüssiges Wasser fand ich in diesen Fällen nicht mehr

vor, aber eigenthümliche Veränderungen des Glases, auf die ich später noch zurückkommen werde.

Ich suchte nun diesen beiden Uebelständen, nehmlich dem, dass man die Glasröhre nicht mehr herausnehmen konnte, und dass sie der sich stärker contrahirende Eisencylinder zersprengte, abzuhelfen, und es gelang mir das auch, wenn auch nicht in allen Fällen mittelst einer sehr einfachen Abänderung des Verfahrens.



Ich benützte nehmlich einen schon vor dem Versuche der Länge nach durchsägten Eisencylinder A. Derselbe zerfiel so in 2 Hälften, von denen die Figur eine Darstellung in natürlicher Grösse giebt. B ist die Höhlung, in welche die Glasröhre gelegt wurde. Beide Hälften waren oben und unten so abgedreht, dass unten ein starker Eisenring D, oben ein Deckel C übergeschoben und so die beiden Hälften fest zusammengehalten werden konnten. Bei e ging ein cylindrischer Kanal durch den Deckel C und die beiden Theile des Cylinders, in welche ein stählerner Stift passte, durch den sowohl der Deckel, wie auch ein kleiner eiserner Cylinder f, welcher den obersten Theil der Bohrung verschloss, und auf der Glasröhre aufsass, fest gehalten wurde.

Die Bohrung B wurde etwas weiter gemacht, als der Durchmesser der verwendeten Glasröhren war. Der Zwischenraum wurde mit fein gepulvertem geglühten Speckstein ausgefüllt. Nachdem nehmlich die Glasröhre in die Bohrung bei B gelegt worden war, wurden die beiden Hälften des Apparates auf einander gelegt und durch den Ring D an einander gehalten. Dann wurde oben von dem Pulver soviel eingebracht, als durch Klopfen an

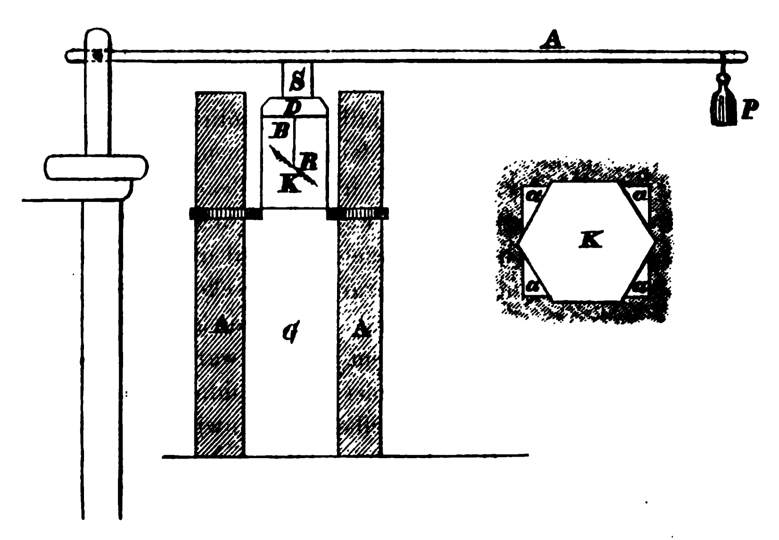
mit dem oben beschriebenen kleinen Apparate von Eisen einen ganz gleichen von Messing angefertigt, bei dem die vor dem Zersägen in 2 Hälften vorgenommene Bohrung etwas weniges schief gegangen war, so dass an dem untern Ende die eine Wand etwas dünner war, indem die Höhlung nicht genau in der Mitte sich hielt. Als ich nun diesen Apparat genau in derselben Weise in Glühhitze versetzte, entstand nach 10 Minuten eine mit gewaltigem Knall verbundene Explosion, indem das Glasröhrchen und der Messingcylinder an der Stelle, an welcher der letztere am schwächsten war, ähnlich einer Thermometerkugel aufgetrieben und mit einer c. 3^{mm} weiten Oeffnung durchbohrt wurde. Nichts destoweniger zeigte sich auch dieses Glasröhrchen im Innern schon theilweise in eine weisse Masse umgewandelt.

Bei einigen dieser Versuche hatte ich feine Splitterchen von Bergkrystall und, um sie leichter unterscheiden zu können, von Amethyst mit dem Wasser in das Glasröhrchen gebracht, um zu sehen, wie sich die freie Kieselsäure unter diesen Umständen verhalte. Es war mir aber nicht möglich, ein sicheres Resultat zu erhalten. Die Splitterchen, die natürlich sehr fein sein mussten, um noch in das feine Lumen eingebracht werden zu können, liessen sich nach Beendigung des Versuches nicht mehr erkennen, da aber die innere Wand so eigenthümlich umgewandelt und aufgebläht sich zeigte, so ist es sehr wohl möglich, dass sie irgendwo in dieser Masse eingeschlossen waren und so dem Blicke sich entzogen.

Ich versuchte daher noch auf andrem Wege die Frage nach dem Verhalten des Quarzes bei hoher Temperatur und hohem Drucke zu lösen, auf dem ich zugleich auch über den Grad des Druckes, der bei dieser Temperatur herrschte, Auskunft erhielte. Zu diesem Behufe liess ich einen starken Bergkrystall oben und unten mit einer geraden Endfläche versehen und nun in der Mitte, in der Richtung der kry-

stallographischen Hauptachse eine Bohrung $1\,^1/_4{}^{mm}$ im Lichten und 22^{mm} lang vornehmen. Von einer Säulenfläche zu der ihr gegenüberliegenden, also in der Richtung der Zwischenachsen (s nach Weiss) hatte der Krystall 3^{cm}, so dass also die Wandstärke um die Bohrung im Minimum 14^{mm} betrug.

Eine Platte von demselben Krystalle wurde nun vollkommen eben geschliffen, sie diente als Deckel auf den gebohrten Krystall. Die sämmtlichen Arbeiten an dem Krystalle wurden von Steeg in Homburg auf das Vollkommenste ausgeführt. Die Art, wie die Versuche angestellt wurden, ergiebt sich am einfachsten aus der folgenden Figur. Auf ein kleines Gehäuse von Backsteinen A wurde eine 1^{cm} starke gusseiserne Platte gesetzt, auf welche der Krystall K so gestellt wurde, wie es die kleine nebenstehende Figur erkennen lässt. Die Platte war nehmlich genau ent-



sprechend den Dimensionen des Krystalls rechteckig durchbrochen, so dass der Krystall nur mit 2 Seiten und 2 Ecken aufstand und in den rechten Winkeln des

durchbrochenen Rechtecks (a a) die Flamme frei hindurch konnte. Auch oben war der Krystall mit Backsteinen umgeben. Der Deckel D wurde durch den starken Hebel A, der mit Gewichten P belastet werden konnte, und den eisernen Stempel S fest auf den Krystall aufgepresst. Die Stärke des Druckes konnte so leicht berechnet werden. Das Gas konnte von einem Nebenzimmer, aus dem auch der Stand des Hebelarmes bei P zu übersehen war, abgesperrt werden. Ich versuchte Anfangs Druckgrade von 800—1000 Atmosphären, und liess den Krystall eine Stunde in den Gasflammen, das Resultat war aber immer dasselbe, es fand keine Explosion, kein Aufheben des Hebelarmes Statt, aber nachdem das Gas ausgelöscht und der Apparat, der sich sehr langsam abkühlte, untersucht werden konnte, fand sich kein tropfbar flüssiges Wasser, auch keine bemerkbare Veränderung des Krystalles vor. Dasselbe Resultat ergab sich bei noch stärkerem Drucke. Offenbar fand bei der ungeheueren Spannung der Dampf zwischen dem Deckel, der wie der Krystall nicht polirt, sondern nur sehr fein matt geschliffen war, langsam einen Ausweg. Ich verfuhr nun in der Art, dass ich, nachdem die Bohrung aufs Neue mit Wasser gefüllt war, einen kleinen etwas konisch zugefeilten Kupferstift wie einen Keil in den obersten Theil der Bohrung eintrieb, darauf den Deckel in derselben Weise aufpresste. Nun gelang der Versuch, es entwich kein Wasser; nach einstündigem Glühen war, als der Krystall erkaltet war, die cylinderische Höhlung noch mit Wasser gefüllt; ob aber dasselbe eine Einwirkung auf die Wände ausgeübt hatte, konnte nicht constatirt werden. Ich glühte nun, in der Hoffnung, die allenfallsige Einwirkung zu verstärken, mit derselben Wassermasse aufs Neue, erhielt aber auch jetzt wieder kein sicheres Resultat in dieser Beziehung, indem die Wände, etwas rauh von der Bohrung, eine merkliche Veränderung nicht erkennen liessen.

Der nächste Versuch machte, ohne über diese Frage Aufschluss zu geben, weiteren insoferne eine Ende, als der Krystall von dem untern Ende der Bohrung aus einen breiten schief nach oben und unten laufenden, in der Figur mit R angedeuteten Riss bekam, der vielfach uneben war, aber mit Ausnahme einer ganz schmalen Linie, nirgends die äusseren Flächen erreichte. Wasser war nicht mehr verhanden.

Wenn nun auch diese Resultate nicht besonders ermuthigend für die Fortsetzung ähnlicher Versuche sind, so haben sie doch wenigstens den Beweis geliefert, dass Wasser bei Rothglühhitze im flüssigen Zustande bestehen und wasserhaltige Silicate dabei bilden kann.

Herr v. Bezold spricht über eine in Gemeinschaft mit Herrn Dr. G. Engelhardt ausgeführte Untersuchung

„Ueber die Fluorescenz der lebenden Netzhaut."

Studien über das Gesetz der Farbenmischung legten dem einen von uns schon vor Jahren die Frage nah, ob die von Helmholtz [1]) und später von Setschenow [2]) an der todten Retina beobachtete Fluorescenz nicht auch an der lebenden Netzhaut nachweisbar sei. Damals angestellte Experimente ergaben jedoch kein Resultat, führten vielmehr zu der Ueberzeugung, dass die Lösung dieser Aufgabe nur in Verbindung mit einem Ophthalmologen möglich sein dürfte.

Durch die bahnbrechenden Entdeckungen von Boll und Kühne wurde das Interesse an diesem Gegenstande von neuem erweckt, da durch sie alle Rückschlüsse von der todten auf die lebende Netzhaut als höchst bedenklich erscheinen müssen.

Dies veranlasste uns, die Untersuchung gemeinschaftlich in Angriff zu nehmen, deren Ergebnisse im Folgenden mitgetheilt werden sollen.

Vor Allem schien es erforderlich, das Netzhaut-Bild eines Spectrums ophthalmoskopisch zu beobachten und dann

---

1) Pogg. Ann. XCIV. 205.

2) Arch. f. Ophth. Bd. V. 2. S. 205.

zu versuchen, ob man dasselbe so weit hinter den Pupillarrand verschieben könne, dass man die Netzhaut schliesslich nur noch in ultravioletter Beleuchtung vor sich habe. Zu dem Ende wurde der aus dem Prisma austretende Farbenfächer so nahe am Prisma durch den Augenspiegel abgefangen, dass er ganz auf den letzteren fiel. Alsdann war es durch passende Wahl der Entfernungen und der in Anwendung kommenden Linsen — die Beobachtungen wurden immer im umgekehrten vergrösserten Bilde angestellt — möglich, von dem Spectrum ein so kleines Netzhautbild zu erzeugen, dass dasselbe ganz oder wenigstens zum grössten Theile gleichzeitig übersehen werden konnte.

Das Ergebniss war ein sehr überraschendes, und enthielt, obwohl Anfangs weder Sonnenlicht noch Quarzprismen in Anwendung kamen, bereits das gewünschte Resultat in sich, das dann freilich erst durch Abänderung und Vervollkommnung der Versuche ganz beweiskräftig gemacht werden musste.

Das Netzhautbild eines Spectrums zeigt nämlich Eigenthümlichkeiten, die zum Theile durch die Absorptionserscheinungen des Blutes, zum Theile durch die Fluorescenz bedingt sind. Der Anblick dieses Bildes ist ausserordentlich schön: Während der Netzhautgrund das Bild des Spectrums in gewöhnlicher Weise zeigt, treten die Gefässe in sehr verschiedener Färbung hervor: auf dem rothen Grunde nur durch eine etwas intensivere Farbe, im Orange beinahe gar nicht kenntlich, erscheinen sie im Grünen tief schwarz in wunderbar scharfer Zeichnung, im Blauen aber in dunkel braungelbem Tone, der im Violetten in dunkles Rothbraun übergeht. Im Orange heben sie sich so schwach hervor, dass man glauben möchte, sie seien mit Wasser gefüllt, dagegen werden sie beim Beginn des Grünen plötzlich so schwarz, als enthielten sie

Tinte, und dieses Umspringen von dem einen in den anderen Ton geschieht so auffallend, dass sie beinahe wie abgeschnitten erscheinen. Reines Gelb ist bei lichtschwachen Spectren bekanntlich nicht mehr wahrnehmbar, aus den Versuchen über die Absorption des Blutes weiss man jedoch, dass sie in der Gegend der Fraunhofer'schen Linie D beginnt, und zwar noch etwas vorher wie daraus folgt, dass die Gefässe bei Beleuchtung mit Natriumlicht ebenfalls schwarz gesehen werden.

Bis in's Grüne hinein schliesst sich demnach die beschriebene Erscheinung genau dem an, was man nach dem Absorptionsspectrum des Blutes erwarten konnte.

Im Blauen aber und zwar in der Gegend der Linie F ändert sich die Sache; hätten wir es hier nur mit Absorptionserscheinungen zu thun, so müssten die Gefässe ähnlich wie im Rothen, d. h. blos durch Unterschiede der Helligkeit, wenn auch etwas schärfer, markirt sein; man hätte dann eben dunkler blaue Gefässe auf mässig hellerem Grunde zu erwarten. Statt dessen erscheinen sie in gelblich braunem Tone, der an sehr dunklen Ocker erinnert, während sie im Violett einen entschiedenen Stich in's Rothe zeigen, etwa wie rostiges Eisen.

Diese Erscheinung lässt sich nur durch Fluorescenz der dahinterliegenden Netzhaut erklären, und so liefern demnach die Netzhautgefässe selbst das feinste Prüfungsmittel für das Vorhandensein der Fluorescenz.

Im ersten Augenblicke könnte man zwar meinen, man habe es hier mit einer Contrasterscheinung zu thun, aber eine etwas genauere Ueberlegung lehrt sofort, dass diese Vermuthung hier unzulässig ist. Denn erstens wäre nicht abzusehen, weshalb diese Erscheinung im Grünen fehlen sollte, was doch bekanntlich besonders leicht Contrasterscheinungen hervorruft, und dann müsste sich die Farbe der Gefässe vom Blauen nach dem Violetten zu dem Gelbgrünen nähern,

während im Gegentheile das dunkle Braun der Gefässe in dieser Gegend des Spectrums in Rothbraun übergeht.

Fluorescenz des Blutes selbst kann auch nicht die Ursache sein, da es uns wenigstens nicht gelungen ist, an Blut eine Spur von Fluorescenz zu entdecken, überdiess wäre es äusserst unwahrscheinlich, dass das im durchfallenden Lichte rothe Blut auch rothe Fluorescenz zeigen sollte.

Ebenso wenig kann man die Ursache in diffusem Lichte suchen, das auf irgend welchem Wege in's Auge gedrungen sein möchte oder allenfalls in der Fluorescenz der Hornhaut oder Linse seinen Ursprung finden könnte, denn solches Licht müsste im grünen Theile des Spectrums ebenso seine Wirkung zeigen, ja dort sogar in erhöhtem Maasse, da hier der Contrast den Eindruck noch verschärfen müsste.[3]) Uebrigens müsste sich Fluorescenzlicht, was von Theilen des Auges ausginge, die vor den Netzhautgefässen liegen, auch bei Betrachtung der Purkinje'schen Figur in monochromatischer Beleuchtung merkbar machen, was nach unseren Beobachtungen nicht der Fall ist.

Die eigenthümliche braune und rothbraune Färbung der Netzhautgefässe im blauen und violetten Theile des Spectrums lässt sich mithin nur durch Fluorescenz der dahinter liegenden Netzhaut erklären und zwar hat man den Beginn derselben an der nämlichen Stelle zu suchen, an welcher sie von Helmholtz bei der todten Netzhaut gefunden wurde.

Obwohl nun nach dem ebengesagten schon durch diesen einen Versuch die Fluorescenz der lebenden Netzhaut nachgewiesen ist, so wollten wir es doch hiebei nicht bewenden lassen, sondern die Sache noch nach verschiedenen Seiten

3) Bei sehr intensiver Beleuchtung scheint derartiges Licht wirklich seinen Einfluss geltend zu machen und ist desshalb eine mässige Erleuchtung der Netzhaut vorzuziehen.

hin weiter verfolgen, um so noch weiteres Beweismaterial herbeizuschaffen. Für's Erste versuchten wir die auf der Netzhaut gesehene Erscheinung nachzuahmen, indem wir ein mit Blutlösung gefülltes Capillarrohr vor ein auf einer Fläche entworfenes Spectrum brachten. Auch hier zeigten sich im Roth, Orange, Gelb und Grün genau die nämlichen Erscheinungen, im Blau und Violett ebenfalls, wenn der Schirm in diesen Farben fluorescirte. Freilich bemerkt man hiebei die kleinsten Spuren von Fluorescenz, so dass schon weisses Papier dieselbe deutlich zu erkennen gibt und die Farbe des Röhrchens vor einem solchen Schirme schon in allen Theilen an die der Blutgefässe auf der Netzhaut erinnerte. Dass es sich aber hiebei thatsächlich um Fluorescenzlicht handelte, welches von diesem Schirme ausging, ergab sich schlagend daraus, dass die braune und röthliche Färbung des Röhrchens gänzlich verschwand, wenn der Schirm entfernt wurde, so dass der schwarze Raum des Dunkelzimmers als Hintergrund diente und dass sie viel entschiedener auftrat, wenn der weisse Papierschirm durch einen mit Platin-Cyanbarium überstrichenen oder durch andere fluorescirende Körper ersetzt wurde. Diese Versuche überzeugten uns davon, dass man in einem durchsichtigen farbigen Körper, den man vor einen anderen als Projectionsfläche für ein Spectrum dienenden hält, ein äusserst empfindliches Mittel besitzt, um Spuren von Fluorescenz zu erkennen. Sobald dieser Prüfungskörper in einem Theile des Spectrums, in dem er allein seine natürliche Farbe nicht erkennen lässt, dieselbe doch zeigt, wenn sich ein Körper hinter ihm befindet, muss diess die Folge von Fluorescenz-Licht sein, welches von dem dahinter liegenden Körper ausgesendet wird.

Auch feine Schattenstreifen wurden in einem projecirten Spectrum hervorgerufen, um den Einfluss ganz sicher zu erkennen, den allenfalls Contrasterscheinungen auf die Beobachtung ausüben könnten. Das Resultat war, dass die

im Blau und Violett beobachtete Farbe der Netzhautgefässe keinenfalls die Folge von Contrasterscheinungen ist.

Nach Erledigung dieser mehr physikalischen Seite der Sache handelte es sich nun darum, auch die ophthalmoskopischen Untersuchungen weiter auszudehnen und verschiedenartig abzuändern.

Die oben angeführte Methode, bei welcher man den ganzen Farbenfächer mit dem Augenspiegel auffängt und ein kleines Spectrum auf die Netzhaut wirft, ist nämlich von dem Einwande nicht frei, dass man hiebei nur schwer ein ganz reines Spectrum erhalten wird. Bedarf es doch beinahe eines glücklichen Zufalls, damit die Stellungen der Linsen und die Accommodation der beiden Augen so günstig zusammenwirken, dass das beobachtete Auge in dem nämlichen Momente die Fraunhofer'schen Linien deutlich sieht, in welchem der Beobachter den Augenhintergrund scharf vor sich hat. Wenn nun auch eine kleine Abweichung von vollkommener Reinheit bei Benützung der Blutgefässe als Kriterium der Fluorescenz nicht viel Schaden bringen kann und demnach das blose oberflächliche Urtheil des Beobachters genügt, um eine hinreichende Reinheit zu erzielen, so war es doch immerhin wünschenswerth, den genannten Einwand ganz zu beseitigen.

Dies geschah auf folgende Weise:

Mit Hülfe eines grossen, sehr stark zerstreuenden Prisma's à vision directe wurde ein Spectrum von 40 bis 50 cm. Länge entworfen. In die Gegend der Bildebene begab sich nun der Beobachter und fing mit dem Augenspiegel bald diese, bald jene Strahlengattung auf, so dass das beobachtete Auge nach einander durch nahezu monochromatisches Licht von verschiedener Brechbarkeit beleuchtet wurde.

Die Farbe der Gefässe zeigte sich jedesmal genau ebenso wie bei der oben beschriebenen Methode, und zwar nicht

nur bei dem gewöhnlich zu den Versuchen benutzten braunen Kaninchen, sondern auch beim Menschen.

Diese Art der Untersuchung ist viel bequemer als die oben beschriebene, aber dafür muss man darauf verzichten, sämmtliche Erscheinungen mit einem Blicke zu übersehen.

Anfänglich waren die Versuche sämmtlich mit Glaslinsen und Glasprismen angestellt worden und zum Theile sogar nur mit Benutzung eines Skioptikons als Lichtquelle, es schien nun wünschenswerth, sie mit Quarz-Linsen und Prismen zu wiederholen, wobei selbstverständlich Sonnenlicht zur Anwendung kam. Hiebei war es jedoch nicht möglich, die zweite Art der Beobachtung zu benutzen, da das Spectrum nicht hinreichend gross hergestellt werden konnte, man war deshalb immer genöthigt, ein etwas grösseres Stück des Spectrums auf die Netzhaut zu projiciren.

Die Ergebnisse waren im Allgemeinen die nämlichen wie oben beschrieben, nur trat die braunrothe Färbung der Blutgefässe im Violett noch lebhafter hervor als bei Anwendung von Glasapparaten (der Augenspiegel und die dazu gehörige Linse waren auch jetzt noch von Glas) und endlich war es in diesem Falle möglich, die Erscheinung bis in's Ultraviolett zu verfolgen. Nachdem das ganze sichtbare Spectrum abgeblendet war, indem man es allmälig hinter dem Pupillarrand zum Verschwinden brachte, so dass nur mehr ultraviolette Strahlen auf die Netzhaut fielen, erschienen die Netzhautgefässe in entschieden röthlichem Tone auf schmutzig graubraunem Grunde.

Alles zusammengefasst, scheint uns durch diese Beobachtungen erwiesen, dass thatsächlich auch die lebende Netzhaut fluorescirt, und zwar unter dem Einflusse der nämlichen Strahlen, welche

schon **Helmholtz** bei der todten Netzhaut als fluorescenzerregend erkannt hat.

Als Kennzeichen der Fluorescenz diente die Farbe der Netzhautgefässe, die sich im blauen, violetten und ultravioletten Lichte mehr und mehr der natürlichen Farbe des Blutes näherte, was sich nur durch Fluorescenz der dahinter liegenden Schichten erklären lässt.

Herr v. Jolly legt vor und bespricht nachstehende Abhandlung:

„Ueber den Einfluss des Lösungsmittels auf die Absorptionsspectra gelöster absorbirender Medien.“ Von Aug. Kundt.

In einer Mittheilung im Jubelband von Poggendorffs Annalen pag. 615 ff. habe ich einige Folgerungen entwickelt, die sich aus den von mir experimentell ermittelten Beziehungen zwischen Dispersion und Absorption zu ergeben schienen.

Die erste dieser Folgerungen war, dass bei einer absorbirenden, in verschiedenen Lösungsmitteln löslichen Substanz eine gesetzmässige Verschiebung eines Absorptionsstreifens mit dem Lösungsmittel statt haben müsse, und zwar der Art, dass eine Absorptionsbande, welche die absorbirende Substanz in einem normalen Dispersions- oder Beugungsspectrum zeigt, im Allgemeinen um so weiter nach dem rothen Ende dieses Spectrums rücke, je grösser die Dispersion des benutzten Lösungsmittels ist.

Die folgende Mittheilung enthält die Resultate einer grösseren Reihe von Versuchen, welche ich über den Einfluss eines farblosen Lösungsmittels auf das Absorptionsvermögen absorbirender Medien angestellt habe.

Es hat sich hierbei gezeigt, dass die von mir aufgestellte Regel zwar nicht stets und in aller Strenge durch

die Versuche bestätigt wird, aber in einer grossen Zahl derselben klar zu Tage tritt.

Bei der vielfachen praktischen Verwendung, welche die Untersuchung der Absorptionsspectra absorbirender Lösungen bereits gefunden hat, scheint es, auch ohne Rücksicht auf die Bestätigung oder Nichtbestätigung einer allgemeinen Regel, von Interesse den Einfluss des Lösungsmittels genauer kennen zu lernen.

Ich werde im Folgenden zunächst lediglich die Beobachtungen mittheilen und hier nicht auf die im Jubelband nur angedeuteten Betrachtungen, welche mich zur Aufstellung der erwähnten Regel führten, eingehen.

Die Versuche wurden einfach in der Weise ausgeführt, dass zwischen die Lichtquelle (Lampe oder Sonnenlicht) und den Spalt eines Spectroscops die auf Absorption zu untersuchende Flüssigkeit in einem Gefäss mit planparallelen Wänden eingeschaltet wurde. Bei einzelnen dieser Gefässe war die eine Wand verschiebbar, so dass die Dicke der durchstrahlten Flüssigkeitsschicht beliebig variirt werden konnte.

Die Lösungen wurden meist so hergestellt, dass eine bestimmte Quantität der absorbirenden Substanz in einem geeigneten Medium gelöst wurde, und zu bestimmten Mengen dieser Lösung wurden dann die anderen Lösungsmittel in gleichen Portionen zugesetzt. — Zuweilen wurde auch die feste absorbirende Substanz direct in verschiedene Lösungsmittel gebracht.

Ich habe verschiedene Spectroscope benutzt, da sich, besonders für eine Voruntersuchung, nicht jedes Spectroscop für jede Substanz gleich gut eignet.

Für die weiter unten angegebenen Versuche wurde theils ein geradsichtiges Spectroscop von Merz, theils ein Spectralapparat von Steinheil verwendet in den ein sehr stark brechendes Prisma ($n_D = 1{,}75$) eingesetzt war.

Als Messapparat diente in beiden Fällen das dem Merzschen Apparat zugehörige Beobachtungsfernrohr, bei dem das Ocular mit einer in der Focalebene angebrachten Spitze durch eine Micrometerschraube mit getheiltem Kopf bewegt wird.

Wird die Lage der Linie B des Sonnenspectrums als Nullpunkt genommen, so giebt bei dem Merz'schen Apparat die Messvorrichtung für die übrigen Fraunhofer'schen Linien die folgenden Zahlen:

B	0	—	0
C	0	—	68
D	2	—	70
E	5	—	78
b	6	—	43
F	9	—	18

Die Zahlen der ersten Vertikalcolumne geben die ganzen Schraubengänge, die der zweiten die Trommeltheile. —

Die Trommel der Schraube ist in 100 Theile getheilt.

Es entspricht mithin zwischen den Linien D und E ein Theil der Schraubentrommel einer Aenderung der Wellenlänge im Spectrum von ungefähr 0,^{mm}0000002.

Wird für den Steinheil'schen Apparat die Linie D als Nullpunkt genommen, so giebt die Messvorrichtung für die anderen Linien die folgenden Werthe in ganzen Schraubenumgängen und Theilen der Schraubentrommel:

D	0	—	0
E	1	—	14
b	1	—	37
F	2	—	24
G	4	—	32

Es entspricht mithin bei diesem Apparat ein Theil der Schraubentrommel zwischen D und E einem Wachsen der Wellenlänge um ungefähr 0,^{mm}00000055.

Bei den Versuchen wurden gewöhnlich die Mitten

der Absorptions- streifen eingestellt. Es ist daher bei der Vergleichung der Lage eines Absorptionsbandes in den verschiedenen Lösungsmitteln sehr wichtig, dass die Concentration und die Dicke der durchstrahlten Schicht möglichst gleich sei. Wenn die Concentration nicht genau gleich zu machen war, wie z. B. wenn eine stark tingirende feste Substanz direct in verschiedenen Lösungsmitteln gelöst wurde, so wurden die Schichten so gewählt, dass die Absorptionsbande bei den zu vergleichenden Lösungen möglichst gleich breit erschien.

Die Fehlergrenze der Einstellung der Mitte eines Streifens ist ausserordentlich variabel, je nach der Breite, Schärfe und Schwärze des Streifens. Die Breite, scharfe Begränzung des Absorptionsstreifens wie die Intensität der Absorption erleiden sogar kleine Aenderungen bei einer und derselben absorbirenden Substanz in verschiedenen Lösungsmitteln.

Die einzelnen Beobachtungsreihen sind daher bezüglich der Fehlergränze der Einstellung in keiner Weise mit einander vergleichbar. Die beobachteten Verschiebungen der Absorptionsstreifen bei den benutzten Substanzen, Lösungsmitteln und Apparaten waren aber immer so gross, dass sie trotz der zuweilen beträchtlichen Einstellungsfehler deutlich zu Tage traten. Die Versuche wurden bei einer Temperatur zwischen 13 und 17° Celsius angestellt; bei den benutzten Substanzen waren diese kleineren Temperaturveränderungen ohne Einfluss auf die Absorptionsspectra.

Es wurden stets 10 Einstellungen desselben Streifens gemacht und zwar 5 von der weniger brechbaren, 5 von der mehr brechbaren Seite des Spectrums her, und aus diesen 10 Einstellungen wurde das Mittel genommen.

Für eine fortlaufende Beobachtungsreihe benutzte ich 12 Lösungsmittel, die bis auf 2 (Schwefelkohlenstoff und Cassiaoel) fast farblos waren.

Als absorbirende Substanzen wurden benutzt — Chlo-

Als Messapparat diente in beiden Fällen das dem Merzschen Apparat zugehörige Beobachtungsfernrohr, bei dem das Ocular mit einer in der Focalebene angebrachten Spitze durch eine Micrometerschraube mit getheiltem Kopf bewegt wird.

Wird die Lage der Linie B des Sonnenspectrums als Nullpunkt genommen, so giebt bei dem Merz'schen Apparat die Messvorrichtung für die übrigen Fraunhofer'schen Linien die folgenden Zahlen:

B	0	— 0
C	0	— 68
D	2	— 70
E	5	— 78
b	6	— 43
F	9	— 18

Die Zahlen der ersten Vertikalcolumne geben die ganzen Schraubengänge, die der zweiten die Trommeltheile. —

Die Trommel der Schraube ist in 100 Theile getheilt.

Es entspricht mithin zwischen den Linien D und E ein Theil der Schraubentrommel einer Aenderung der Wellenlänge im Spectrum von ungefähr $0,^{mm}0000002$.

Wird für den Steinheil'schen Apparat die Linie D als Nullpunkt genommen, so giebt die Messvorrichtung für die anderen Linien die folgenden Werthe in ganzen Schraubenumgängen und Theilen der Schraubentrommel:

D	0	— 0
E	1	— 14
b	1	— 37
F	2	— 24
G	4	— 32

Es entspricht mithin bei diesem Apparat ein Theil der Schraubentrommel zwischen D und E einem Wachsen der Wellenlänge um ungefähr $0,^{mm}00000055$.

Bei den Versuchen wurden gewöhnlich die Mitten

der Absorptions- streifen eingestellt. Es ist daher bei der Vergleichung der Lage eines Absorptionsbandes in den verschiedenen Lösungsmitteln sehr wichtig, dass die Concentration und die Dicke der durchstrahlten Schicht möglichst gleich sei. Wenn die Concentration nicht genau gleich zu machen war, wie z. B. wenn eine stark tingirende feste Substanz direct in verschiedenen Lösungsmitteln gelöst wurde, so wurden die Schichten so gewählt, dass die Absorptionsbande bei den zu vergleichenden Lösungen möglichst gleich breit erschien.

Die Fehlergrenze der Einstellung der Mitte eines Streifens ist ausserordentlich variabel, je nach der Breite, Schärfe und Schwärze des Streifens. Die Breite, scharfe Begränzung des Absorptionsstreifens wie die Intensität der Absorption erleiden sogar kleine Aenderungen bei einer und derselben absorbirenden Substanz in verschiedenen Lösungsmitteln.

Die einzelnen Beobachtungsreihen sind daher bezüglich der Fehlergränze der Einstellung in keiner Weise mit einander vergleichbar. Die beobachteten Verschiebungen der Absorptionsstreifen bei den benutzten Substanzen, Lösungsmitteln und Apparaten waren aber immer so gross, dass sie trotz der zuweilen beträchtlichen Einstellungsfehler deutlich zu Tage traten. Die Versuche wurden bei einer Temperatur zwischen 13 und 17° Celsius angestellt; bei den benutzten Substanzen waren diese kleineren Temperaturveränderungen ohne Einfluss auf die Absorptionsspectra.

Es wurden stets 10 Einstellungen desselben Streifens gemacht und zwar 5 von der weniger brechbaren, 5 von der mehr brechbaren Seite des Spectrums her, und aus diesen 10 Einstellungen wurde das Mittel genommen.

Für eine fortlaufende Beobachtungsreihe benutzte ich 12 Lösungsmittel, die bis auf 2 (Schwefelkohlenstoff und Cassiaoel) fast farblos waren.

Als absorbirende Substanzen wurden benutzt — Chlo-

rophyll, Anilingrün, Cyanin, Fuchsin, Chinizarin, Eigelb. Diese Substanzen sind so gewählt, dass in den verschiedenen Farben des Spectrums Absorptionsstreifen zur Untersuchung kommen. Chlorophyll zeigt seinen ersten starken Absorptionsstreifen (und dieser wurde ausschliesslich benutzt) im Roth, das Absorptionsmaximum des Anilingrün liegt weiter nach Gelb, die dunklen Streifen des Cyanin und Fuchsin rücken noch weiter nach Gelb. Chinizarin und Eigelb zeigen Absorptionsstreifen in Grün und Blau.

Die 12 Lösungsmittel:

Alcohol, Aether, Aceton, Wasser, Methylalcohol, Amylalcohol, Benzol, Toluol, Ligroin, Chloroform, Cassiaoel, Schwefelkohlenstoff sind so gewählt, dass wenigstens eine ziemliche Anzahl derselben alle die oben genannten Substanzen lösen, oder doch Lösungen dieser Substanzen zugesetzt werden konnten.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass die Lage der Streifen immer gleich nach dem Zusammengiessen der Lösungen beobachtet wurde, da manche der Substanzen in den Lösungsmitteln mit der Zeit Veränderungen erlitten.

---

1. Chlorophyll.

Eine Lösung von Chlorophyll wird bekanntlich unter dem Einfluss von Licht mit der Zeit verändert und durch geringe Mengen chemischer Agentien zersetzt. — Bei diesen Veränderungen erweist sich der Absorptionsstreif der Chlorophylllösung, welche dem rothen Ende des Spectrums am nächsten liegt, (Nr. 1 nach der gewöhnlichen Bezeichnung) als der beständigste. Ich habe mich daher auf die Bestimmung der Lage dieses Streifens beschränkt.

Es wurde das Chlorophyll aus Blättern mit Alcohol, Aether oder Chloroform ausgezogen.

Aus der grossen Zahl der Versuche, die ich anstellte theile ich nur die folgenden mit.

Es wurden je 2 Cub.-Cent. alcoholischer Chlorophylllösung mit 10 Cub.-Cent. eines der andern Lösungsmittel versetzt. Die Dicke der durchstrahlten Schichte betrug 10^{mm}; benutzt wurde der Spectralapparat von Merz.

Bezeichnet man die Mitte des Absorptionsstreifens in derjenigen Lösung, welcher Aether zugesetzt war mit 0, so lag die Mitte des Streifens bei Zusatz der andern Medien an folgenden Stellen:

Aether	0.0
Aceton	1.2
Alcohol	3.2
Amylalcohol	4.9
Chloroform	6.8
Benzol	7.3
Cassiaöl	13.6
Schwefelkohlenstoff . .	18.6

Die Zahlen geben Ganze und Zehntel der Theile des Schraubenkopfes der messenden Schrauben am Merz'schen Spectralapparat.

Ein Steigen der Zahlen entspricht einem Fortrücken nach dem rothen Ende des Spectrums.

Jede der Zahlen ist, wie bereits oben bemerkt wurde, das Mittel aus 10 Einstellungen.

Sämmtliche anderen Versuche, welche über die Lage des e r s t e n Absorptionsstreifen des Chlorophyll in den verschiedenen Lösungsmitteln angestellt wurden, zeigten dass sich die Medien bezüglich ihrer Fähigkeit, die Streifen nach Roth zu verschieben, in die angegebene Reihenfolge ordnen lassen.

Ligroin und Toluol wurden nicht benuzt, da die Lösung nicht ganz klar blieb; desgleichen auch Methylalcohol, da

bei Zusatz dieses Mediums eine Veränderung des Farbstoffes einzutreten schien.

2. Anilingrün.

Die benutzte Substanz war eine als Anilingrün bezeichnete Anilinfarbe von Marquardt in Bonn. Dieselbe zeigt einen breiten Absorptionsstreifen, dessen Mitte bei schwacher Concentration ganz nahe bei C liegt.

Die Zahl von Versuchsreihen die mit dieser Substanz angestellt wurde ist nicht gross, da sich ergab, dass die Versuchsresultate mit denjenigen, welche die anderen Substanzen zeigten, im Allgemeinen in guter Uebereinstimmung waren.

Nur die Lösungen bei Zusatz von Chloroform, Amylalcohol und Ligroin wurden mehrfach untersucht.

2^{ccm} Lösung Anilingrün in Alcohol wurden mit 10^{ccm} der anderen Lösungsmittel versetzt. Die Lösung war so schwach concentrirt, dass bei 13^{mm} durchstrahlter Schicht der Absorptionsstreif noch ziemlich schmal war.

Die Mitte des Streifens bei Zusatz von Methylalcohol ist mit Null bezeichnet.

Benutzt wurde Apparat von Merz und Lampenlicht. Die Zahlen geben Theile der Trommel der messenden Schraube. Steigen der Zahlen, entspricht Verschiebung nach Roth.

Methylalcohol	0.0
Aceton	1.6
Alcohol	8.4
Aether	11.3
Chloroform	12.7
Amylalcohol	14.3
Ligroin	19.5
Benzol	22.4
Toluol	25.4
Cassiaöl	29.4
Schwefelkohlenstoff . .	41.2

Der absolute Betrag der Verschiebung ist hier beträchtlich grösser, als beim Chlorophyll.

Die Mitte des Streifens ist bei Schwefelkohlenstoff im Vergleich zur Lage desselben bei Methylalcohol um fast ²/₃ des Intervalls der Linien B und C nach Roth gerückt.

3. Cyanin.

Mit Cyanin wurden eine grosse Zahl von Versuchen angestellt, einmal weil der Streifen in Cyanin sich sehr gut und scharf einstellen liess, dann weil Cyanin in einem grossen Theil der Lösungsmittel direct lösbar ist. Es löst sich sehr gut in Alkohol und Chloroform, ziemlich gut in Cassiaöl, entfärbt sich aber mit der Zeit in Letzterem. Merklich weniger gut löst es sich in Benzol und CS_2 und noch etwas weniger in Aether.

Es wurden zunächst Lösungen des Cyanin in Alcohol und Chloroform benützt und diesen gleiche Mengen der anderen Lösungsmittel zugesetzt. Die Reihenfolge der Lösungsmittel bezüglich der Verschiebung des Absorptionsstreifens ergab sich durchaus gleich, mochte das Cyanin ursprünglich in Alcohol oder in Chloroform gelöst sein.

Die Reihenfolge der Substanzen giebt folgender Versuch:

1^{ccm} Cyanin in Alcohol wurde mit 10^{ccm} der anderen Lösungsmittel versetzt. Es wurde das Merz'sche Spectroscop und Lampenlicht benutzt.

Die Mitte des Streifens bei Zusatz von Methylalcohol ist mit 0.0 bezeichnet; die Zahlen geben Theile der Schraubentrommel:

Methylalcohol	0.0
Aceton	2.4
Alcohol	3.7
Aether	7.5
Amylalcohol	12.7

Ligroin	15,4
Chloroform	31,1
Benzol	34.2
Cassiaöl	38.0
Schwefelkohlenstoff . .	49.8

Der Abstand der beiden Frauenhofer'schen Linien D und C beträgt bei diesem Apparat beiläufig 2 Schraubenumgänge, es ist mithin die Mitte des Streifens bei Schwefelkohlenstoff um ungefähr $^1/_4$ der Distanz der Linien C und D nach Roth gegen die Lage des Absorptionsstreifens beim Methylalcohol gerückt. Bei einem anderen Versuch wurden 4^{ccm} alcoholischer Cyaninlösung mit 6^{ccm} der anderen Lösungsmittel versetzt. Benutzt wurden das Thalliumprisma und dazu der Messapparat von dem Merz'schen Spectroscop.

Die Lage der Mitte des Streifens bei Methylalcohol ist wieder mit 0.0 bezeichnet. Es ergab sich die Lage der Mitte des Streifens bei Zusatz der anderen Medien folgendermassen:

Methylalcohol	0.0
Wasser	0.0
Aceton	2.8
Alcohol	3.5
Aether	4.0
Amylalcohol	5.3
Ligroin	5.4
Chloroform	11.4
Toluol	11.7
Benzol	11.8
Cassiaöl	13.2
Schwefelkohlenstoff . .	16.0

Es wurde sodann festes Cyanin direct in den verschiedenen Mitteln gelöst und dann die Lage der Streifenmitte bestimmt. Es war hier nicht möglich die Concentration gleich zu machen, da man die für diese Versuche erforder-

liche kleine Cyaninmenge ohne allzugrosse und unnütze Mühe nicht genau abwägen kann.

Es wurde daher die Concentration nur nach dem Augenschein gleich gemacht und dann die Dicke der vor dem Spectralapparat durch die Lichtstrahlen zu durchlaufenden Schicht so regulirt, dass die Absorptionsstreifen in den verschiedenen Lösungsmitteln möglichst gleiche Breite zeigten.

Von den betreffenden Versuchen möge der folgende als Beispiel genommen werden. — Wird die Mitte des Streifens bei Lösung in Alcohol mit 0 bezeichnet, so lag dieselbe bei den übrigen Lösungsmitteln an den folgenden Stellen. Benutzt wurde das Merz'sche Spectroscop.

Bei Lösung in		
	Alcohol	0.0
	Aether	2.9
	Chloroform . . .	36.9
	Benzol	44.3
	Cassiaöl	47.0
	Schwefelkohlenstoff	76 8

Alle Versuche, die überhaupt angestellt wurden, ergaben, dass die Substanzen sich bezüglich des Vermögens, den Absorptionsstreifen des Cyanin nach Roth zu schieben, stets in der Reihenfolge ordnen wie es im Versuch auf der vorhergehenden Seite angegeben ist.

4. Fuchsin.

Die Untersuchung von Fuchsin erfordert grössere Vorsicht. Zunächst ist sehr darauf zu achten, dass das Fuchsin nicht beim Zumischen eines anderen Lösungsmittels ausfällt. Das Ausfallen des festen Fuchsin geschieht zuweilen in so feiner Vertheilung, dass es schwer zu erkennen ist, ob man es noch mit einer wirklichen Lösung oder bereits mit festen in der Flüssigkeit schwebenden Partikelchen zu thun hat.

Sodann hat Fuchsin nicht einen, sondern wie bereits

bemerkt, 2 Apsorptionsstreifen.*) Bei ganz schwacher Concentration sieht man nämlich einen schmalen Streifen ziemlich in der Mitte zwischen D und E; wächst die Concentration oder die Dicke der Schicht, so verbreitet sich derselbe nicht continuirlich nach Blau, sondern es tritt hinter E eine stärkere Verdunkelung auf, die von dem Dunkelheitsmaximum zwischen D und E durch einen etwas weniger dunklen Raum getrennt ist. Bei noch stärkerer Concentration verschmelzen die Streifen zu einem einzigen. Die Zweitheilung tritt bei allen Lösungsmitteln nicht mit gleicher Klarheit auf und ist es bei dem mehr oder minder scharfen Hervortreten derselben zuweilen recht schwer wirklich die Mitte der absorbirten Stelle einzustellen.

Die Beobachtungen bei Fuchsin zeigten daher auch grössere Abweichungen unter einander als die Beobachtungen mit den anderen Substanzen.

Es gelang mir indess doch mit ziemlicher Sicherheit durch geeignete Combination der Versuche die Reihenfolge festzustellen, in welche die Körper sich bezüglich der Lage der Mitte des Absorptionsstreifens anordnen.

Bei jedem der nachfolgenden Medien der hier folgenden Reihe liegt die Mitte des Absorptionsmaximums weiter nach Roth als bei dem vorhergehenden:

Wasser,
Methylalalcohol,
Aceton,
Alcohol,
Aether,
Choroform,
Amylalcohol,
Ligroin,
Benzol,

---

*) Pogg. Annalen Bd. 145, pag. 79.

Toluol,
Cassiaöl,
Schwefenkohlenstoff.

5. Chinizarin.

Das benutzte Chinizarin erhielt ich vom Herrn Prof. Baeyer. Es zeigt diese Substanz*) in ätherischer Lösung 2 gut markirte Absorptionsstreifen, den ersten bei der Linie b, den andern mitten zwischen b und F und einen dritten matteren Streifen ungefähr bei F.

Für die Versuche wurde das Chinizarin in Chloroform gelöst, da sich die alcoholische Lösung bei Zusetzung von Aceton und Methylalcohol, vielleicht in Folge geringer Verunreinigungen dieser Körper, zersetzt. Die Lösung in Chloroform zeigte die beiden ersten Absorptionsstreifen gut und deutlich. Beim Zusatz der anderen Mittel zu der Lösung in Chloroform war die Schärfe der Streifen sehr verschieden, mit Benzol und Toluol waren sie sehr matt und wenig hervortretend mit Aether, Ligroin und CS_2 waren sie dagegen scharf markirt.

Es wurde sowohl die Mitte der einzelnen Streifen, wie das Helligkeitsmaximum zwischen den dunklen Streifen eingestellt.

Als Beleg für die Grösse der Verschiebungen mögen folgende 2 Versuche dienen.

2^{ccm} Chinizarin in Chloroform wurden mit 10^{ccm} der übrigen Lösungsmittel versetzt. Benutzt wurde das Thalliumprisma und der Messapparat vom Merz'schen Spectroscop.

Das Helligkeitsmaximum zwischen den beiden ersten dunklen Streifen wurde eingestellt.

Bezeichnet man die Mitte dieses Helligkeitsmaximums bei Zusatz von Methylalcohol mit 0.0, so war die Mitte

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1873 pag. 511



bei Zufügung der anderen Lösungsmittel um die folgenden Schraubentheile nach Roth gerückt:

Methylalcohol	0.0
Aceton	0.8
Aether	2.6
Alcohol	4.0
Amylalcohol	6.3
Chloroform	8.3
Benzol	9.3
Cassiaöl	11.3
Schwefelkohlenstoff . .	20.5

Bei dem folgenden Versuch wurde die Mitte des ersten dunklen Streifens eingestellt. Es wurde die gleiche Anordnung des Apparates wie oben benutzt, und wieder 2 ccm Chinizarin in Chloroform mit 10 ccm der übrigen Medien vermischt. Bezeichnet man die Mitte des Streifens bei Aceton mit 0, so war die Verschiebuug nach Roth bei den anderen Lösungsmitteln in Theilen der Trommel der Schraube die folgende:

Aceton	0.0
Aether	1.9
Alcohol	3.0
Ligroin	5.4
Amylalcohol	6.1
Chloroform	10.2
Toluol	11.7
Benzol	13.0
Cassiaöl	16.7
Schwefelkohlenstoff . .	21.2

6. Eigelb.

Der gelbe Farbstoff des Hühnereidotters wurde mit Chloroform ausgezogen.

Bei schwacher Concentration sieht man zwischen E und

b einen wenig dunklen Streifen; einen dunkleren gerade bei F und einen ebensolchen etwa in der Mitte zwischen F und G; noch weiter nach Violett zeigt sich die Andeutung eines 4. Absorptionsstreifens. Bei starker Concentration bemerkt man nur den Streifen zwischen E und b; der ganze blaue und violette Theil des Spectrums ist absorbirt.

Setzt man zur Lösung in Chloroform die andern Lösungsmittel, so findet man auch hier, wie beim Chinizarin ziemlich auffällige Unterschiede in der Ausdehnung der Absorptionsstreifen und der Helligkeitsvertheilung in denselben.

Beim Zusatz von Cassiaöl ist zum Beispiel der Absorptionsstreifen zwischen b und E fast kaum zu erkennen.

Bei einzelnen Versuchen wurde die Mitte eines der Absorptionsstreifen, bei anderen die Mitte des Helligkeitsmaximums zwischen 2 Absorptionsstreifen eingestellt.

Die Reihenfolge in welcher die verschiedenen Lösungsmittel die Absorptionsmaxima nach Roth verschieben und die relative Grösse dieser Verschiebungen ergiebt sich aus folgendem Versuch:

Es wurden 3 ccm der Lösung des Eigelbfarbstoffes in Chloroform mit 6 ccm der anderen Lösungsmittel versetzt. Es wurde die Mitte des Streifens bei F eingestellt.

Benutzt wurde das Thalliumprisma und der Messapparat vom Merz'schen Spectroscop.

Die Lage der Mitte des Streifens bei Methylalcohol ist mit 0 bezeichnet.

Es ergab sich:

Methylalcohol	0.0
Aceton	0.4
Aether	3.1
Alcohol	4.4
Amylalcohol	6.0
Ligroin	7.0

Chloroform	7.5
Toluol	10.2
Benzol	11.9
Cassiaöl	23.2
Schwefelkohlenstoff . .	41.2

In der nachfolgenden tabellarischen Uebersicht sind die sämmtlichen Versuche zusammengestellt; unter jeder absorbirenden Substanz sind in einer vertikalen Columne die Lösungsmittel in der Reihe hingeschrieben, dass in jedem nachfolgenden der Absorptionsstreif weiter nach Roth liegt als in dem vorangehenden. — (Siehe Tabelle I).

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, dass die Reihenfolge der Lösungsmittel für die verschiedenen absorbirenden Medien freilich nicht genau dieselbe ist, doch ist eine Uebereinstimmung der Vertikalcolumnen im Grossen und Ganzen nicht zu verkennen.

Theilen wir die Lösungsmittel in 4 Gruppen, so stehen zu oberst stets Methylalcohol, Aceton, Alcohol, Aether, dann folgen als 2. Gruppe Chloroform, Amylalcohol, Ligroin; dann als dritte Abtheilung Toluol und Benzol und endlich als 4. Cassiaöl und Schwefelkohlenstoff.

Innerhalb dieser 4 Gruppen kommen Vertauschungen der Lösungsmittel in den verschiedenen Vertikalcolumnen vor, so steht z. B. bei Chlorophyll Aether über Aceton, rückt dann bei Anilingrün, Cyanin und Fuchsin unter Alcohol und steigt bei Chinizarin und Eigelb wieder über Alcohol.

Ebenso sind Chloroform und Amylalcohol mehrere Male vertauscht; bei Fuchsin steht Toluol unter Benzol während es sonst stets darüber steht. Es tritt indessen in keiner der Columnen eine Substanz aus einer der 4 Gruppen, in die wir allerdings ziemlich willkührlich die Medien theilten, in eine andere hinein.

Aus der im Grossen und Ganzen vorhandenen Uebereinstimmung der Vertikalcolumnen scheint jedenfalls zur

Tabelle I.

Chlorophyll.	Anilingrün.	Cyanin.	Fuchsin.	Chinizarin.	Eigelb.
Aether	Methylalcohol	Methylalcohol	Wasser	Methylalcohol	Methylalcohol
Aceton	Aceton	Aceton	Methylalcohol	Aceton	Aceton
Alcohol	Alcohol	Alcohol	Aceton	Aether	Aether
Amylalcohol	Aether	Aether	Alcohol	Alcohol	Alcohol
Chloroform	Chloroform	Amylalcohol	Aether	Amylalcohol	Amylalcohol
Benzol	Amylalcohol	Ligroin	Chloroform	Chloroform	Ligroin
Cassiaöl	Ligroin	Chloroform	Amylalcohol	Toluol	Chloroform
Schwefelkohlenstoff	Toluol	Toluol	Ligroin	Benzol	Toluol
	Benzol	Benzol	Benzol	Cassiaöl	Benzol
	Cassiaöl	Cassiaöl	Toluol	Schwefelkohlenstoff	Cassiaöl
	Schwefelkohlenstoff	Schwefelkohlenstoff	Cassiaöl		Schwefelkohlenstoff.
			Schwefelkohlenstoff		

Genüge hervorzugehen, dass die Verschiebung der Absorptionsstreifen nicht lediglich oder hauptsächlich durch chemische Wirkung der Lösungsmittel auf den Farbstoff, hervorgebracht ist; denn es ist kaum einzusehen, wie die Lösungsmittel Farbstoffe von der verschiedensten Zusammensetzung übereinstimmend chemisch derartig verändern sollten, dass die absorptiven Eigenschaften dieser Farbstoffe so gleichmässige und allmählig fortschreitende Veränderungen erlitten. Es müssen vielmehr physikalische Eigenschaften der Lösungsmittel sein, welche diese allmählige Verschiebung bedingen.

Von den physikalischen Constanten der Medien können hier nun nicht wohl andere als die Dichte, der Brechungsexponent und die Dispersion in Betracht kommen. Die genannten Constanten wurden daher ermittelt.

Die Bestimmung der Dichte, wurde mit sehr guten Aräometern von Geissler in Berlin und Sekretan in Paris vorgenommen.

Die Bestimmungen wurden bei circa 18° Cels. ausgeführt und ergaben geordnet nach der Grösse:

Tabelle II.

	D.
Ligroin	0,687
Aether	0,713
Alcohol	0,800
Methylalcohol	0,802
Amylalcohol	0,819
Aceton	0,846
Toluol	0,871
Benzol	0,885
Wasser	0,997
Cassiaöl	1,035
Schwefelkohlenstoff . .	1,272
Chloroform	1,501

Durch Vergleichung dieser Tabelle mit der Tabelle Nr. 1 sieht man sofort, dass die Dichte des Lösungsmittels direct in keiner Weise für die Verschiebung der Absorptionsstreifen bedingend ist. Die Anschauung von Kraus*) ist mithin, wie ich bereits früher angegeben habe, irrig. — Besonders Ligroin, und Chloroform sind in Bezug auf die Dichte von Interesse. Bei Benutzung von Ligroin müssten die Streifen einer absorbirenden Substanz sehr weit nach Blau, bei Benutzung von Chloroform sehr weit nach Roth gerückt sein, sollte die Dichte des Lösungsmittels allein massgebend sein.

In Wirklichkeit zeigen die Absorptionsstreifen bei Anilingrün, Cyanin, Fuchsin und Eigelb keine beträchtliche Verschiebung bei Vertauschung von Ligroin und Chloroform als Lösungsmittel, während dagegen in den Alcoholen, die ein beträchtlich höheres specifisches Gewicht haben als Ligroin die Streifen weiter nach Blau und für Cassiaöl und CS_2, die eine wesentlich kleinere Dichte als Chloroform haben, die Streifen nach Roth gerückt sind.

Ausser der Dichte wurde sodann von den Lösungsmitteln die Brechung und Dispersion bestimmt. Die Bestimmung der Brechungsexponenten geschah mit einem grossen Spectrometer von Meyerstein.

Die Flüssigkeiten wurden in Hohlprismen von Steinheil oder Meyerstein, deren Construction bekannt ist, eingeschlossen.

Die Brechungsexponenten wurden bei einer mittleren Temperatur von 15° für die Frauenhoferschen Linien A, α, B, C, D, E, b, F, G, H bestimmt.

Aus den Werthen für B und G, bei Cassiaöl für B

---

*) Zur Kenntniss der Chlorophyllfarbstoffe pag. 53.

und D wurden sodann unter Annahme der einfachen Dispersionsformel

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2}$$

die Constanten a und b berechnet. Zur Controlle wurden mit Hülfe von a und b die Werthe von n für die übrigen Frauenhoferschen Linien berechnet.

Hierbei ist zu bemerken, dass eigentlich nur für die schwächer dispergirenden Substanzen die Anwendung der obigen Formel berechtigt ist, insofern nur bei ihnen die Differenz zwischen beobachteten und berechneten Brechungsexponenten 1 bis 2 Einheiten der 4. Decimale nicht überschreitet, also sich nahe der Gränze der Beobachtungsfehler hält, während bei den stärker dispergirenden Medien (Toluol, Benzol, Cassiaöl, Schwefelkohlenstoff) die Differenz zwischen beobachteten und berechneten Werthen grösser ist, und in einigen Fällen bis zu 2 Einheiten der 3. Decimale wächst.

Da es sich indessen für den vorliegenden Fall wesentlich nur darum handelt die Medien nach der Grösse der Brechung und Dispersion zu ordnen und die oben genannten stärker dispergirenden Substanzen schon beträchtliche Unterschiede in der Dispersion zeigen, wenn man die Brechungsexponenten bei der 3. Decimale abbricht, so schien hier die Berechnung aller Beobachtungen nach der einfachen Formel

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2}$$

ausreichend zu sein. Als Wellenlängen wurden für die Rechnung die folgenden Werthe genommen:

A 7604
B 6868
C 6560
D 5880
E 5269

F 4860
G 4306
H 3967

Die Werthe sind gegeben in Zehnmilliontel Millimeter. In derselben Längeneinheit ist in den folgenden Tabellen die Constante b ausgedrückt.

Ausser den Constanten a und b ist sodann noch das specifische Brechungsvermögen $\frac{a^2-1}{D}$ und der Werth $\frac{a-1}{D}$ ausgerechnet.

Für Wasser ist die Dispersion nicht bestimmt; ich habe für diese Substanz die Zahlen von Wüllner genommen.

Ich lasse nun zunächst die Dispersionsbeobachtungen mit den Rechnungsresultaten folgen. Die Tabellen werden ohne weitere Erläuterungen verständlich sein.

1. Methylalcohol.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,3290	1,3291
α	1,3297	—
B	1,3302	1,3302
C	1,3308	1,3308
D	1,3326	1,3323
E	1,3344	1,3344
b	1,3348	—
F	1,3362	1,3362
G	1,3394	1,3394
H	1,3421	1,3422

$$a = 1{,}32417$$
$$b = 0{,}028320$$
$$D = 0{,}802$$
$$\frac{a-1}{D} = 0{,}404$$
$$\frac{a^2-1}{D} = 0{,}940$$

2. Aceton.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,3577	1,3577
α	1,3584	—
B	1;3591	1,3591
C	1,3598	1,3598
D	1,3617	1,3617
E	1,3641	1,3641
b	1,3645	—
F	1,3662	1,3663
G	1,3702	1,3702
H	1,3735	1,3735

a = 1,351187

b = 0,034064

D = 0,846

$$\frac{a-1}{D} = 0{,}416$$

$$\frac{a^2-1}{D} = 0{,}978$$

3. Alcohol.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,3596	1,3596
α	1,3602	—
B	1,3609	1,3609
C	1,3615	1,3615
D	1,3633	1,3633
E	1,3656	1,3656
b	1,3660	—
F	1,3675	1,3676
G	1,3713	1,3713
H	1,3745	1,3744

a = 1,35409

b = 0,031925

D = 0,800

$$\frac{a-1}{D} = 0{,}445$$

$$\frac{a^2-1}{D} = 1{,}042$$

4. Aether.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,3550	1,3551
α	1,3558	—
B	1,3565	1,3565
C	1,3573	1,3572
D	1,3594	1,3592
E	1,3618	1,3617
b	1,3626	—
F	1,3641	1,3640
G	1,3681	1,3681
H	1,3713	1,3715

a = 1,34896

b = 0,35500

D = 0,713

$\frac{a-1}{D} = 0,489$

$\frac{a^2-1}{D} = 1,149$

5. Amylalcohol.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,3989	1,3991
α	1,3999	—
B	1,4005	1,4005
C	1,4012	1,4013
D	1,4033	1,4034
E	1,4059	1,4060
b	1,4064	—
F	1,4082	1,4084
G	1,4127	1,4127
H	1,4158	1,4163

a = 1,39263

b = 0,037211

D = 0,819

$\frac{a-1}{D} = 0,480$

$\frac{a^2-1}{D} = 1,147$

6. Ligroin.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,3857	1,3857
α	1,3865	—
B	1,3872	1,3872
C	1,3880	1,3879
D	1,3900	1,3900
E	1,3927	1,3927
b	1,3932	—
F	1,3951	1,3951
G	1,3995	1,3995
H	1,4031	1,4031

$a = 1,37916$

$b = 0,37730$

$D = 0,687$

$$\frac{a-1}{D} = 0,552$$

$$\frac{a^2-1}{D} = 1,313$$

7. Chloroform.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,4440	1,4439
α	1,4449	—
B	1,4458	1,4458
C	1,4467	1,4467
D	1,4492	1,4494
E	1,4525	1,4527
b	1,4532	—
F	1,4554	1,4557
G	1,4611	1,4611
H	—	—

$a = 1,43584$

$b = 0,46866$

$D = 0,501$

$$\frac{a-1}{D} = 0,290$$

$$\frac{a^2-1}{D} = 0,707$$

8. Toluol.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,4923	1,4920
α	1,4939	—
B	1,4954	1,4954
C	1,4970	1,4971
D	1,5014	1,5019
E	1,5074	1,5081
b	1,5085	—
F	1,5124	1,5135
G	1,5235	1,5235
H	1,5331	1,5318

a = 1,47711

b = 0,086031

D = 0,871

$$\frac{a-1}{D} = 0,548$$

$$\frac{a^2-1}{D} = 1,356$$

9. Benzol.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,4905	1,4904
α	1,4923	—
B	1,4939	1,4939
C	1,4955	1,4957
D	1,5002	1,5008
E	1,5066	1,5073
b	1,5078	—
F	1,5124	1,5130
G	1,5234	1,5234
H	1,5329	1,5321

a = 1,47471

b = 0,090338

D = 0,885

$$\frac{a-1}{D} = 0,537$$

$$\frac{a^2-1}{D} = 1,329$$

10. Cassiaöl.

	Beobachtet	Berechnet
A	—	—
α	—	—
B	1,5659	1,5659
C	1,5690	1,5694
D	1,5780	1,5793
E	1,5905	1,5919
b	1,5910	—
F	1,6029	1,6029
G	—	—
H	—	—

a = 1,52878

b = 0,175138

D = 1,035

$$\frac{a-1}{D} = 0{,}511$$

$$\frac{a^2-1}{D} = 1{,}292$$

11. Schwefelkohlenstoff.

	Beobachtet	Berechnet
A	1,6059	1,6050
α	1,6094	—
B	1,6122	1,6122
C	1,6155	1,6160
D	1,6248	1,6263
E	1,6376	1,6397
b	1,6401	—
F	1,6494	1,6497
G	1,6729	1,6729
H	—	—

a = 1,57294

b = 1,85412

D = 0,1272

$$\frac{a-1}{D} = 0{,}450$$

$$\frac{a^2-1}{D} = 1{,}158$$

Ordnet man auf Grundlage der vorstehenden Beobachtungen die 12 Lösungsmittel nach der Grösse des Werthes $\frac{a-1}{D}$, so erhält man die Reihe:

Chloroform
Wasser
Methylalcohol
Aceton
Alcohol
Schwefelkohlenstoff
Amylalcohol
Aether
Cassiaöl
Benzol
Toluol
Ligroin.

Ordnet man nach der Grösse des Werthes

$$\frac{a^2-1}{D}$$

so erhält man die Reihe:

Chloroform
Wasser
Methylalcohol
Aceton
Alcohol
Amylalcohol
Aether
Schwefelkohlenstoff
Cassiaöl
Ligroin
Benzol
Toluol

Beide Reihen zeigen nicht die mindeste Uebereinstimmung mit den Columnen der Tabelle I., in welcher die

Substanzen geordnet sind nach der Lage der Absorptionsstreifen.

Specifisches Brechungsvermögen oder brechende Kraft des Lösungsmittels ist also gleichfalls für die Verschiebung der Helligkeitsminima im Absorptionsspectrum nicht bedingend.

Ordnet man die Lösungsmittel dagegen nach der Grösse der Constanten a und b, so erhält man die folgenden Reihen:

Tabelle III.

	a		b
Methylalcohol . . .	1.324	Methylalcohol . .	0.0283
Wasser	1.325	Wasser	0.0305
Aether	1.349	Alcohol	0.0319
Aceton	1.352	Aceton	0.0341
Alcohol	1.354	Aether	0.0355
Ligroin	1.379	Amylalcohol . . .	0.0372
Amylalcohol . . .	1.393	Ligroin	0.0377
Chloroform . . .	1.436	Chloroform . . .	0.0469
Benzol	1.475	Toluol	0.0860
Toluol	1.477	Benzol	0.0903
Cassiaöl	1.523	Cassiaöl	0.1424
Schwefelkohlenstoff .	1.573	Schwefelkohlenstoff .	0.1854

Diese beiden Reihen stimmen wenigstens im Grossen und Ganzen mit den Columnen der Tabelle I, welche ja selbst nicht völlig unter einander übereinstimmen.

Wir theilten oben die Lösungsmittel in 4 Gruppen; in die erste fassten wir zusammen, Wasser, Methylalcohol, Alcohol, Aceton und Aether, in die 2., Ligroin, Amylalcohol und Chloroform, in die 3., Benzol und Toluol, in die 4. Cassiaöl und Schwefelkohlenstoff; in dieselben 4 Gruppen können wir auch die Reihen der Tabelle III. theilen, in welcher die Medien nach der Grösse der Constanten a und b geordnet sind.

Man kann mithin als Resultat der ganzen Untersuchung den folgenden Satz aussprechen:

Hat ein farbloses Lösungsmittel ein beträchtlich grösseres Brechungs- und Dispersionsvermögen als ein anderes, so liegen die Absorptionsstreifen einer in den Medien gelösten Substanz bei Anwendung des ersten Mittels dem rothen Ende des Spectrums näher als bei Benutzung des zweiten.

Ein Medium, welches ein beträchlich grösseres Brechungsvermögen hat als ein anderes, besitzt in den meisten Fällen auch ein grösseres Dispersionsvermögen; es wird sich experimentell daher sehr schwer entscheiden lassen, ob das Brechungs- oder Dispersionsvermögen einer Substanz das Maassgebende für die Verschiebung des Absorptionsstreifens ist.

Die Betrachtungen die ich in meiner Mittheilung im Jubelband von Poggendorffs Annalen (l. c.) andeutete, hatten mich zu der Ansicht geführt, dass das ungleiche Dispersionsvermögen der Medien für die beobachteten Verschiebungen der Streifen massgebend sei.

Wie bereits bemerkt unterlasse ich es vorläufig die dort angedeuteten Anschauungen weiter auszuführen, da eine ganz strenge und in allen Fällen gültige Beziehung zwischen Brechung und Absorption in den oben mitgetheilten Versuchen nicht zu Tage tritt.

Bei meinen ersten Versuchen (Pogg. Jubelband l. c) hatte ich nur Substanzen angewendet, die beträchtliche Verschiedenheiten des Dispersionsvermögens zeigen. Damals konnte ich daher aussprechen, dass die bisherigen Versuche meiner Ansicht über Zusammenhang zwischen Dispersion der Lösungsmittel und Verschiebung der Absorptionsstreifen vollständig bestätigten.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass ich ausser den oben behandelten 5 Farbstoffen noch eine Anzahl an-

derer in verschiedenen Lösungsmitteln untersucht habe. Ich fand stets, dass dasjenige Lösungsmittel, welches ein beträchlich grösseres Brechungs- und Dispersionsvermögen als ein anderes besitzt, die Absorptionsstreifen weiter nach Roth verschiebt als letzteres.

Zur Demonstration der Verschiebung der Streifen eignet sich besonders gut übermangansaures Kali und schwefelsaures Didym. Man erhält eine sehr deutliche Verschiebung, wenn man den wässrigen Lösungen dieser Salze Glycerin zusetzt.

Ich habe noch zu ermitteln versucht, ob eine Verschiebung eines Absorptionsstreifens auftritt, wenn gleichzeitig mit dem absorbirenden Farbstoff ein anderer farbloser Körper in einer Flüssigkeit gelöst wird.

Ich goss zu dem Ende wässrige Fuchsinlösungen mit wässrigen Lösungen solcher Salze zusammen, welche ohne chemische Einwirkung auf das Fuchsin sind.

Es wurde wohl zuweilen eine Verschiebung beobachtet, doch war dieselbe immer sehr klein. Eine grosse Verschiebung wird man allerdings auch nicht erwarten können, da Brechung und Dispersion der benutzten Salzlösungen von der des reinen Wassers nicht sehr verschieden sind.

Herr v. Pettenkofer legt vor und bespricht nachstehende Abhandlung:

„Vorläufige Mittheilung über das Verhalten der Milch auf Thonplatten und über eine neue Methode der Casein- und Fettbestimmung in der Milch."

Von Prof. Dr. Julins Lehmann.

Ein Jeder, der die bereits sehr zahlreichen, zur Prüfung der Milch vorgeschlagenen Methoden einer mit wissenschaftlicher Schärfe durchgeführten Controle unterworfen hat, ist zu der Erkenntniss gelangt, dass von allen denselben nur die quantitative chemische Analyse im Stande ist, über die Qualität der Milch derartig zu entscheiden, dass dadurch nicht allein den Zwecken der Wissenschaft, sondern auch — und zwar bei streitigen Fällen von Milchfälschungen — auch den der Gerichtsbehörden sichere Anhaltspuncte geboten werden können.

Leider ist jedoch die bisherige Art der Milch-Analyse sehr umständlich und zeitraubend, und gerade dieser Uebelstand verursacht eine in physiologischer und sanitätspolizeilicher Hinsicht viel geringere Anwendung derselben, als nach beiden Richtungen erforderlich wäre. Denn un edingt erforderlich wäre eine vermehrte Anwendung, um einestheils die so nöthige Kenntniss der innerhalb und ausserhalb des thierischen Organismus auf die Zusammensetzung der Milch

wirksamen Factoren beträchtlich zu erweitern, anderntheils aber auch der Controle des Milchmarktes denjenigen Grad von Sicherheit zu geben, welchen sie zu ihrer gewissenhaften und erfolgreichen Ausübung bedarf.

Bei den verhältnissmässig wenigen Arbeitskräften, die den meisten physiologischen und sanitätspolizeilichen Instituten zur Verfügung stehen, dürften daher Wissenschaft und Praxis auf die Lösung jener wichtigen Aufgaben noch lange Zeit vergeblich zu warten haben. Ganz anders und viel vortheilhafter würde sich dies gestalten, wenn es gelänge, die Methode der Milch-Analyse wesentlich zu vereinfachen, ohne jedoch dadurch der Exactheit der Resultate irgendwie Eintrag zu thun.

Von dieser Ansicht geleitet, habe ich mich längere Zeit mit dahin einschlägigen Untersuchungen beschäftigt und werde weiter unten den Beweis liefern, dass dies nicht ohne Erfolg geschehen ist.

Ich bin hierbei von einzelnen, von mir angestellten Versuchen über das Verhalten der Milch auf gebrannten, porösen Thonplatten ausgegangen. Sie hatten ergeben, dass von der Milch, welche vermittelst einer Pipette oder eines Spritzglases in einer zusammenhängenden Schicht bis ungefähr zu $2^{mm.}$ Stärke langsam auf solche Platten aufgetragen wird, nach Verlauf von 1 bis 2 Stunden ein scharf abgegrenzter, consistenter, schwach gelblich gefärbter, fettglänzender Beleg zurückbleibt. Derselbe lässt sich mit einem scharfen Hornspatel von der Platte in der Form feiner, durchscheinender Lamellen sehr leicht vollständig abtrennen. Schon nach einigem Stehen an nicht zu feuchter Luft, noch mehr aber beim Trockenen über Schwefelsäure werden dieselben so spröde, dass sie sich zwischen den Fingern zerbrechen lassen. Unter Einfluss von einigen 30° C. Wärme schwitzt Fett aus den Lamellen und überzieht deren ganze Oberfläche. Nach dem Auswaschen mit Aether bleibt eine weisse, durch-

scheinende, leicht pulverisirbare Masse zurück. Dieselbe besteht, nachdem sie vom Fett befreit ist, aus aschehaltigem Casein und sehr geringen Antheilen von Albumin und Milchzucker.

Vermittelst Thonplatten lässt sich daher das Casein und Fett von dem Serum der Milch trennen.[1]) Weiter hat sich bei meinen Versuchen über das Verhalten der Milch auf Thonplatten die bemerkenswerthe Thatsache herausgestellt, dass auf diese Weise das Casein sich mit den nämlichen Eigenschaften abscheidet, wie das durch Lab gefällte. Mit Wasser verrieben, quillt es zu einer weichen, flockigen Masse auf, die beim Filtriren durch Fliesspapier zurückbleibt. Nur mit Kalkwasser geht es wieder in den Zustand über, in welchem es ursprünglich in der Milch enthalten war. Es läuft dann mit dem Wasser durch das Filter und lässt sich mit Essigsäure in Flocken ausfällen. Enthält das Casein noch die Fettmengen, mit welchen es auf Thonplatten zurückgeblieben war, dann bildet es mit Kalkwasser verrieben wieder eine der Milch ganz ähnliche Flüssigkeit.

In diesem, sowie in dem mit Lab ausgeschiedenen Casein sind gleich grosse Aschenmengen, und zwar im Durchschnitt 8,5 Proc., während in dem mit Essigsäure gefällten Casein nur 1,8 Proc. Asche enthalten sind. In dem letzteren Casein ist der Hauptbestandtheil Dihydrocalciumphosphat, in den ersteren beiden Caseinen neutrales Tricalciumphosphat. Ueber die specielle Zusammensetzung dieser Aschen und über deren Einfluss auf die Eigenschaften des einen und anderen Caseins werde ich später ausführlich berichten.

Die obigen, über das Verhalten der Milch auf Thonplatten gemachten Beobachtungen dürften noch insofern

1) Vgl. auch F. W. Zahn's Versuche über die Filtration der Milch durch Thonzellen unter Druck. Archiv für die gesammte Physiologie von Pflüger, Bd. II. S. 590.

von einigem Interesse sein, als sie die in neuerer Zeit von Hoppe-Seyler, Soxhlet und Hammarsten ausgesprochene Ansicht, dass das Casein in der Milch nicht in einem gelösten, sondern nur in einem stark aufgequollenen Zustande enthalten sei, bestätigen. Denn wäre das Casein gelöst, so müsste es ebenso wie das Albumin mit dem Serum von den Thonplatten aufgesaugt werden. Dies findet aber nicht statt. Das Casein bleibt, wie ich weiter unten bestimmt beweisen werde, selbst auf verhältnissmässig recht porösen Thonplatten vollständig zurück, während das Albumin eingesaugt wird. Man könnte zwar hierbei den Einwurf machen, dass das Casein nicht durch seine in der Milch unlösliche Form, möglicherweise aber durch das Butterfett auf der Oberfläche zurückgehalten werde. Dieser Einwurf wird jedoch schon dadurch hinfällig, dass dann das Fett in gleicher Weise auf das Albumin einwirken müsste, was jedoch nicht der Fall ist.

Ferner geben die obigen Beobachtungen über das Fett in dem Rückstand auf Thonplatten Veranlassung, die Fettkügelchen in der Milch als frei von einer festen Hülle anzunehmen, weil schon bei geringer Wärme das Fett aus den Lamellen ausschwitzt und sich mit Aether leicht auswaschen lässt. Würden die Milchkügelchen eine Hülle haben, so könnte eine derartige Erscheinung nicht eintreten; sie müssten sich dann in dem Thonplattenrückstand gegen Wärme und Aether ebenso renitent verhalten, wie sie dies in der Milch thun. Ich hoffe, durch weitere Untersuchung dieses Thonplattenrückstandes die Natur der Milchkügelchen mit Sicherheit feststellen zu können.

Das ganze Verhalten der Milch auf Thonplatten führte mich nun zu der Ansicht, dass es wohl möglich sei, darauf eine neue Methode der quantitativen Bestimmung des in der Milch enthaltenen Caseins und Fettes zu gründen. Das erste Erforderniss hierzu war die Ausfündigmachung von Thonplatten,

deren Poren das Serum, aber nicht die Milchkügelchen und das Casein durchlassen, und die ausserdem so glatt auf ihrer Oberfläche sind, dass sich davon der Rückstand mit quantitativer Genauigkeit ablösen lässt. Von diesen Bedingungen musste vor Allem der Erfolg abhängig sein.

Die Milchkügelchen haben nach den Untersuchungen verschiedener Forscher einen Durchmesser von 0,001 bis 0,025 Millimeter. Es müssen daher die Poren der Thonplatten so fein sein, dass sie die kleinsten Milchkügelchen nicht einsaugen können. Trotzdem ich Thonplatten von den verschiedensten Firmen bezogen, habe ich bis jetzt nur von einer dieser Firmen einzelne Platten erhalten, welche den Anforderungen vollständig entsprachen. Mit diesen Platten wurden dann aber auch ganz exacte analytische Resultate erzielt. Damit ist immerhin der Beweis geliefert, dass es überhaupt möglich ist, Platten von geeigneter Beschaffenheit zu obigem Zwecke herzustellen. Ausserdem werden auch zu poröse Platten nachträglich noch mit einem Ueberzug versehen werden können, welcher ihnen die zweckentsprechende Beschaffenheit ertheilt.

Die Ausführung meiner Methode der Bestimmung des Caseins und Fettes in der Milch besteht in Folgendem:

Geeignete Thonplatten werden, nachdem sie einige Zeit bis auf oder über 100° erhitzt und wieder abgekühlt worden waren, bei schräger Haltung auf der glatten Oberfläche mit einem dünnen Strahl Wasser schnell übergossen und auf ein verhältnissmässig weites Glasgefäss gesetzt, dessen Boden mit einer dünnen Schicht conc. Schwefelsäure bedeckt ist. Die zu untersuchende Milch wird dann, nach vorheriger Verdünnung mit genau der gleichen Gewichtsmenge destillirten Wassers, vermittelst eines kleinen Spritzglases vorsichtig und in vollem Zusammenhange auf den mittleren Theil der Platte aufgetragen und, um Verdampf-

ung zu vermeiden, mit einem glattrandigen Glasschälchen bedeckt. [2])

Zur Bestimmung des Gewichtes der zu untersuchenden Milch wird vor und nach ihrem Auftragen das Spritzglas gewogen. Es genügen circa 9—10 grm. verdünnter Milch, um ein ganz sicheres analytisches Resultat zu erhalten. Damit man einen Anhaltspunct habe, nicht viel mehr oder weniger Milch zu nehmen, habe ich Spritzgläser in Cubikcentimeter-Theilung mit eingebrannten, schwarzen Linien herstellen lassen.

Das Serum von der oben angegebenen Menge verdünnter Milch wird schon nach Verlauf von 1—2 Stunden derartig von der Platte eingesogen, dass man den aus Casein und Fett bestehenden Rückstand vermittelst eines von mir zu diesem speciellen Zweck angegebenen und hier angefertigten starken, an der unteren Seite gut zugeschärften Hornspatels abnehmen und in ein gewogenes Uhrschälchen bringen kann. Dieser Rückstand wird dann bei 105° C. im Luftbade getrocknet — was stets nach 2 Stunden vollständig erfolgt ist — und gewogen. Man erhält auf diese Weise die gesammte Menge Casein und Fett als Trockensubstanz. Um darin jene beiden Bestandtheile getrennt zu bestimmen, wird die Trockensubstanz, ohne sie vorher pulverisirt zu haben, vermittelst einer Pincette auf ein gewogenes, bei 105° getrocknetes Filter gebracht und zuerst mit einer kleinen Menge Aether abgewaschen. Ist dies geschehen, so bringt man sie in einen kleinen, glatten, mit Ausguss versehenen Glasmörser und pulverisirt sie unter Einfluss einiger Tropfen absoluten Alcohols auf's feinste, setzt nun Aether zu, spült sie damit auf das Filter und wäscht sie bis zu ihrer vollständigen Befreiung vom Fett aus. Nach Verdampfung des

2) Diese Operationen sind zur vollständigen Absaugung des Serums unbedingt erforderlich. Theilweise Verdampfung der Milch an freier Luft ist zu vermeiden.

abfiltrirten, alcoholhaltigen Aethers bleibt in dem vorher gewogenen Kölbchen das Fett zurück, was nach genügendem Austrocknen gewogen wird.

Um das Casein zu bestimmen, braucht man nur das Filter plus Rückstand wieder bei der oben angegebenen Temperatur so lange auszutrocknen, bis es nicht mehr an Gewicht verliert. Da aber in dem Casein noch ziemlich beträchtliche Antheile von Asche enthalten sind, so muss auch diese speciell bestimmt und in Abrechnung gebracht werden. Das auf angegebene Weise erhaltene Casein ergibt bei der Verbrennung mit Natronkalk, auf aschefreie Substanz berechnet, im Mittel 15,57 Proc. Stickstoff. Bei vergleichenden Versuchen mit der Methode von Hoppe-Seyler wird nach der meinigen stets etwas mehr Casein erhalten und zwar um so viel mehr, als nach jener Methode durch Auswaschen des mit Essigsäure erzeugten Niederschlags wieder löslich wird. Ausserdem sind, wie ich gefunden habe, in dem Casein nach Hoppe-Seyler stets im Durchschnitt noch 1,8 Proc. Asche, welche man bis jetzt gar nicht berücksichtigt hatte.

In wie weit die neue Art der Bestimmung des Fettes und Caseins geeignet ist, den analytischen Anforderungen zu entsprechen, wird aus beifolgender Zusammenstellung der Resultate ersichtlich werden, welche ich bei der Untersuchung verschiedener Milchproben sowohl nach meiner als auch gleichzeitig nach der bis jetzt allgemein üblichen Methode [3]) erzielt habe.

A. Fettbestimmungen

in den Milchpr.	nach der gewöhnl. Methode	auf Thonplatten von geeigneter Porosität	Differenz
II	2,97 Proc.	3,01 Proc.	plus 0,04
II[b]	2,04 „	1,99 „	minus 0,05
III	3,58 „	3,58 „	— —
III[b]	3,30 „	3,26 „	minus 0,04

3) Fettbestimmungen durch Eindampfen der Milch mit Seesand oder Marmorpulver, Trockenen des Rückstandes bei 100° C. und 6stündiges

Fettbestimmungen

in den Milchpr.	nach der gewöhnl. Methode	auf Thonplatten von zu grosser Porosität	Differenz
I	2,92 Proc.	2,28 Proc.	minus 0,64
IV	3,10 "	2,47 "	" 0,63
V	3,24 "	2,46 "	" 0,78
VI	3,10 "	2,73 "	" 0,37

Beim Vergleich der beiden vorderen Zahlenreihen der ersten Abtheilung wird ersichtlich, dass die auf zweckentsprechenden Thonplatten erzielten Resultate im Vergleich zu den nach der gewöhnlichen Methode erhaltenen kaum beachtenswerthe Differenzen ergeben. Aber auch diese werden sich — wenn es überhaupt noch nöthig sein sollte — durch weitere Ausbildung meiner Methode vermeiden lassen.

B. Caseinbestimmungen

in den Milchproben No.	nach Hoppe-Seyler	auf Thonplatten	Differenz
I	2,85	3,11 Proc.	plus 0,26
II	2,52	2,93 "	" 0,41
III	2,42	3,04 "	" 0,62
IV	2,36	2,51 "	" 0,15
V	2,43	2,49 "	" 0,06
VI	2,24	2,53 "	" 0,29

Demnach wird auf Thonplatten stets eine grössere Caseinmenge gefunden, als durch Ausscheidung mit Essigsäure; es fragt sich daher, welche Resultate die richtigeren seien. Um darüber entscheiden zu können, schien es mir erforderlich, den Stickstoffgehalt der Trockensubstanz der einzelnen

---

Ausziehen desselben mit Aether im Verdrängungsapparat mit Rückflusskühler.

Caseinbestimmungen durch Ausfällen mit Essigsäure nach Hoppe-Seylers Vorschrift (Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse von demselben, 4. Auflage, S. 434), jedoch mit dem Unterschiede, dass noch die Asche im Casein bestimmt und in Abrechnung gebracht wurde.

Milchproben und in den letzteren gleichzeitig auch das Albumin und im Filtrat von diesem den restirenden Stickstoff[4]) zu bestimmen. Berechnet man nach diesem analytischen Befund das Casein zu 15,7 Proc. Stickstoff und das Albumin zu 15,5 Proc., addirt die auf diese Weise gefundenen Mengen Stickstoff zu den restirenden, so muss sich annähernd dieselbe Menge Stickstoff wie bei der directen Bestimmung des gesammten Stickstoffs in der Milch ergeben. Ich habe dies mit vier der obigen Milchproben durchgeführt:

Milchpr.		nach Hoppe-Seyler	Stickstoff	auf Thonplatten	Stickstoff
I.	Casein	2,85	= 0,447	3,11	= 0,488%
	Albumin . . .	0,330	= 0,051	. . .	0,051 „
	Restird. Stickstoff		0,055	. . .	0,055 „
	Stickstoff in Summa		= 0,553%	. . .	0,594%
	Stickstoff[5]) in der Milch		= 0,599 „	. . .	0,599 „
	Differenz		minus 0,046%		minus 0,005%
II.	Casein	2,52	= 0,396	2,93	= 0,460%
	Albumin . . .	0,327	= 0,051	. . .	0,051 „
	Restird. Stickstoff		= 0,055	. . .	0,055 „
	Stickstoff in Summa		= 0,502%	. . .	0,566%
	Stickstoff in der Milch .		= 0,620 „	. . .	0,620 „
	Differenz		minus 0,118%		minus 0,054 „
III.	Casein	2,42	= 0,379	3,04	= 0,477%
	Albumin . . .	0,66	= 0,102	. .	= 0,102 „
	Restird. Stickstoff		= 0,050	. .	= 0,050 „
	Stickstoff in Summa . .		0,531%	. . .	0,629%
	Stickstoff in der Milch . .		0,585 „	. . .	0,585 „
	Differenz		minus 0,054%		plus 0,044%

4) Der Stickstoff im Filtrat vom Albumin ist jedenfalls in der Form von Peptonen und in Spuren als Harnstoff, Kreatin, Kreatinin, Leucin und Tyrosin ursprünglich in der Milch enthalten.

5) Der Stickstoff in der Milch wurde durch Verbrennen der Milchtrockensubstanz mit Natronkalk bestimmt.

Milchpr.	nach Hoppe-Seyler	Stickstoff	auf Thonplatten	Stickstoff
IV. Casein	2,24	= 0,352	2,53	= 0,397%
Albumin . . .	0,67	= 0,104	. .	= 0,104 „
Restird. Stickstoff		= 0,040	. .	= 0,040 „
Stickstoff in Summa		= 0,496%	. . .	0,541%
Stickstoff in der Milch .		= 0,530 „	. . .	0,530 „
Differenz		minus 0,034%	.	plus 0,011%

Aus diesem analytischen Befund und den darauf basirten Berechnungen wird ersichtlich, dass beide Methoden der Caseinbestimmung ganz befriedigende Resultate ergeben. Denn nach Hoppe-Seyler betragen die Differenzen zwischen dem direct bestimmten und dem durch Berechnung gefundenen Stickstoff 0,034 bis 0,118 Proc., im Mittel 0,063 Proc., nach meiner Methode jedoch nur 0,005 bis 0,054 Proc., im Mittel 0,028 Proc. Stickstoff.

Wenn berücksichtigt wird, welcher Zeitaufwand seither nöthig war, um das Casein und Fett in der Milch quantitativ zu bestimmen, so lässt sich annehmen, dass meine in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit auszuführende Methode in physiologischen, agriculturchemischen und sanitätspolizeilichen Laboratorien die allgemeinste Anwendung finden werde.

Anmerk. Sobald zweckentsprechende Thonplatten angefertigt sein werden, soll die Firma, von welcher dieselben, sowie die übrigen, zur genauen Durchführung der neuen Methode nöthigen Geräthschaften bezogen werden können, bekannt gegeben werden. D. V.

Herr Erlenmeyer spricht:

1) „Ueber Paramethoxyphenylglycolsäure und Paramethoxyphenylglycocoll.

Die Studien über die Bildung der Hydroxy- und Amidosäuren aus Aldehyden resp. deren Ammoniakverbindungen, welche ich früher in der Fettreihe vorgenommen, habe ich jetzt auch auf die aromatische Reihe ausgedehnt.

Anismandelsäure, Paramethoxyphenylglycolsäure.

Die Hydroxysäure, welche zu dem Benzylaldehyd in derselben Beziehung steht, wie die Milchsäure zum Aethylaldelyd, die sogenannte Mandelsäure, lässt sich durch Erhitzen von Bittermandelöl mit Blausäure und Salzsäure leicht gewinnen. Bisher war es aber nicht gelungen, in derselben Weise aus dem Anisaldehyd die entsprechende Hydroxysäure darzustellen. Ich habe desshalb Herrn Dr. Schäuffelen veranlasst, von Neuem Versuche zur Bildung der Anismandelsäure vorzunehmen.

Es wurde zunächst versucht, durch Vereinigung der Blausäure mit dem Anisaldehyd das Nitril der gesuchten Säure darzustellen.

In eine ätherische Lösung von Anisaldehyd wurde ein Ueberschuss von absoluter Blausäure eingetragen und die Mischung 2 Tage an einem mässig warmen Ort sich selbst überlassen. Nach freiwilligem Verdunsten des Aethers und

der überschüssigen Blausäure blieb eine ölige Flüssigkeit, die beim Abkühlen und Rühren krystallinisch erstarrte. Die durch Umkrystallisiren gewonnenen farblosen Nadeln schmolzen bei 63°, lösten sich schwer in Wasser, aber leicht in Aether und in Alkohol und hatten die Zusammensetzung $C_9 H_9 NO_2$ oder $CH_3 - O - C_6 H_4 - CHOH - CN$.

Ueber seinen Schmelzpunkt erhitzt zerfällt dieses Hydroxynitril in Anisaldehyd und Blausäure und mit Höllensteinlösung erwärmt giebt es einen Niederschlag von Cyansilber.

Mit Salzsäure am aufsteigenden Kühler gekocht, verwandelt es sich unter Bildung von Salmiak in eine braune Harzmasse, die aus einer Sodalösung Kohlensäure entbindet und sich auflöst. Salzsäure fällt aus dieser Lösung einen amorphen Niederschlag vom Aussehen des Thonerdehydrats, der beim Verweilen über Schwefelsäure in ein Esteranchydrid überzugehen scheint. Die Analyse des Baryumsalzes, das ebenfalls nicht krystallisirt ist, ergab die Zusammensetzung $C_{18} H_{18} Ba O_8$ oder

$$\begin{matrix} CH_3 - O - C_6 H_4 - CHOH - CO\,O \\ CH_3 - O - C_6 H_4 - CHOH - CO\,O \end{matrix} > Ba.$$

Paramethoxyphenylglycocoll.

Die Aldehyde der aromatischen Reihe bilden bekanntlich nach folgender Gleichung, worin R ein aromatisches Radical bedeutet, mit Ammoniak die sogenannten Hydramide:

$$(R - CH.O)_3 + (NH_3)\,2 = (H_2\,O)_3 + (R - CH)_3\,N_2$$

Es war nun interessant zu versuchen, ob sich mit den Hydramiden nicht Blausäure in folgender Weise verbinden lasse:

$$\text{I.} \quad \begin{matrix} R - CH{=}N \\ R - CH{<}^{N}_{N} \\ R - CH{=}N \end{matrix} + \begin{matrix} HCN \\ \\ HCN \end{matrix} = \begin{matrix} CN \\ | \\ R - CH{>}NH \\ R - CH{>}NH \\ R - CH \\ | \\ CN \end{matrix}$$

Wenn diess der Fall, so konnte man erwarten, dass solche Diimidodinitrile sich durch Aufnahme von Wasserbestandtheilen in 2 Mol. Gew. einer Amidosäure und 1 Mol. Gew. Aldehyd umsetzen würden:

$$
\text{II.}\quad
\begin{array}{llcll}
 & \quad CN & +(H_2O)_2 & & \quad CO\,.\quad O \quad + NH_3 \\
 & \quad | & & & \quad |\qquad\; | \\
 & R - CH & & & R - CH - NH_3 \\
 & \quad\; >NH & & & \\
 & R - CH & +H_2O & = & R - CH\,.\,O \\
 & \quad\; >NH & & & \\
 & R - CH & & & R - CH - NH_3 \\
 & \quad | & & & \quad |\qquad\; | \\
 & \quad CN & +(H_2O)_2 & & \quad CO\,.\quad O
\end{array}
$$

Ich habe Herrn Dr. Schäuffelen veranlasst, mit dem Anishydramid die entsprechenden Versuche anzustellen. Es zeigte sich, dass die Blausäure in der That nach Gleichung I mit dem Anishydramid zu einem Diimidodinitril zusammentritt, welches in gut ausgebildeten farblosen Krystallen von dem Schmelzpunkt 85⁰ erhalten werden kann. Beim Behandeln desselben mit Salzsäure scheint zunächst eine Diimidosäure zu entstehen, die sich aber bis jetzt nicht festhalten liess, da sie sich leicht weiter zersetzt in Amidosäure und Anisaldehyd, wie es in Gleichung II angenommen ist.

Die dabei entstehende neutral reagirende Amidosäure ist nach der Analyse zwar gleich zusammengesetzt mit dem Tyrosin $C_9H_{11}NO_3$, zeigt aber andere Eigenschaften.

Bei etwa 153^0 schmelzen die von den Tyrosinkrystallen sehr verschiedenen Prismen der neuen Amidosäure zu harzartigen Tröpfchen, welche sich bei stärkerem Erhitzen bräunen und zunächst einen aromatischen, an Anisaldehyd erinnernden Geruch entwickeln. Erst bei weiterem Erhitzen findet unter Ausstossung alkalisch reagirender, nach verbranntem Horn riechender Dämpfe Verkohlung statt. Mit

salpetersaurer Quecksilberoxydlösung bei Gegenwart von etwas salpetriger Säure gekocht, treten ganz andere Erscheinungen auf, als sie das Tyrosin zeigt, es entsteht weder ein rother Niederschlag, noch zeigt die Flüssigkeit eine rothe Färbung.

Mit Salzsäure bildet die Amidosäure eine krystallisirte sauer reagirende Verbindung von der Zusammensetzung $C_9 H_{12} Cl NO_3$.

Ich bemerke zum Schluss, dass die Untersuchungen von Laurent, von Laurent und Gerhardt, von Reinecke und Beilstein u. A. über die Einwirkung von Blausäure und Salzsäure oder auch alkoholischer Blausäure ohne Salzsäure auf Hydrobenzamid zu Resultaten geführt haben, welche ich im Hinblick auf die Ergebnisse der von Schäuffelen mit Anishydramid angestellten Versuche nicht zu deuten vermag, ich lasse desshalb dieselben Versuche auch mit Benzhydramid und anderen Hydramiden ausführen.

---

2) „Ueber polymerisirten Zimmtsäureäthylester."

Schon vor 10 Jahren hatte ich beobachtet, dass Zimmtsäureäthylester nach längerem Aufbewahren in eine prachtvoll grün und roth opalisirende Gallerte verwandelt wird. Ich habe seitdem öfter Zimmtsäureäthylester darstellen lassen und gefunden, dass alle Präparate früher oder später gelatinirten. Auch der von Dr. v. Miller aus flüssigem Storax gewonnene Zimmtsäureäthylester zeigte diese Eigenschaft. Doch ist bis jetzt keines von den Präparaten, selbst nach 10jährigem Aufbewahren, vollkommen fest geworden, während Styrol von demselben Alter zu einer vollkommen festen homogenen Masse gestanden ist, die sich wie Wachs schneiden lässt.

Als ich versuchte, die Polymerisation frisch dargestellten Esters so wie es bei Styrol ganz leicht möglich ist, durch Erhitzen auf hohe Temperaturen rasch hervorzurufen, erhielt ich nur gelb bis braun gefärbte dickflüssige aber homogene Producte.

Wenn man die beim Aufbewahren gebildete Gallerte auf ein Saugfilter bringt, so erhält man als Filtrat unveränderten Zimmtsäureäthylester und auf dem Filter bleibt eine der Kieselgallerte ähnliche Masse, deren Theilchen sich unter dem Mikroskop als vollkommen amorph erweisen. Nach dem Auswaschen mit Aether und Trocknen erhält man ein kreideartiges weisses Pulver, das ungemein elektrisch ist und von Wasser, Alkohol, Aether, Aceton, Benzol und Schwefelkohlenstoff nicht einmal spurenweise gelöst wird. Es vertheilt sich in diesen Flüssigkeiten, ohne sein Aussehen zu verändern. Von Chloroform wird es in eine durchscheinende Gallerte verwandelt, die aber nicht im Geringsten opalisirt. Bringt man dagegen das trockene Pulver wieder in Zimmtsäureäthylester, so entsteht wieder eine intensiv opalisirende Gallerte.

In der Hoffnung, polymerisirte Zimmtsäure aus dem polymerisirten Ester darstellen zu können, habe ich denselben mit weingeistigem Kali zu verseifen gesucht, aber nach 8tägigem Kochen war die Masse vollständig unangegriffen geblieben. Auch mehrtägiges Erhitzen mit rauchender Salzsäure auf 120° bis 140° hatte keine andere Wirkung, als dass das Pulver zusammenbackte.

Bei der trockenen Destillation tritt kein Schmelzen ein, das weisse Pulver bräunt sich und stösst bei stärkerem Erhitzen dicke Dämpfe aus, die sich zu einer braungefärbten sauer reagirenden Flüssigkeit verdichten. Nach einiger Zeit setzten sich aus dieser letzteren Krystalle ab, die sich als Zimmtsäure erwiesen. Die Mutterlauge besteht aus Zimmt-

säureester und wie es scheint Styrol und Polymeren desselben. Die Quantität dieser Kohlenwasserstoffe ist aber so gering, dass eine genauere Untersuchung derselben bis jetzt nicht möglich war.

Hinsichtlich seiner Resistenz gegen Lösungsmittel und Reagentien zeigt dieser Polyzimmtsäureester die grösste Aehnlichkeit mit Metastyrol.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von dem pyhsikalischen Verein zu Frankfurt a. M.:

Jahresbericht f. d. J. 1875—76. 1877. 8.

Vom herzogl. Collegium Carolinum zu Braunschweig:

Festschrift zur Saecularfeier des Geburtstages von Carl Friedrich Gauss. 1877. 4.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen Bd. VII. 1877. 8.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

a) Abhandlungen. Bd. IX. 1877. gr. 4.
b) Jahrbuch. Jahrgang 1877. Bd. XXVII. No. 1. 4.
c) Verhandlungen. 1877. 4.

Von der k. Universität in Christiania:

a) Archiv for Mathematik og Naturwidenskab. Bd. I. 1876. 8.
b) Enumeratio insectorum Norvegicorum auctore H. Siebke defuncto. Fasc. 3 et 4 ad J. Sparre Schneider. 1876. 8.
c) De Skandinaviske og arktiske Amphipoder, beskrevne of Axel Boeck. Heft II. 1876. 4.
d) Études sur les mouvements de l'atsmosphere, par C. M. Guldberg et H. Mohn. Partie I. 1876. 4.
e) Windrosen des südlichen Norwegens, von C. de Seue. 1876. 4.

Von dem k. Nederlandsch meteorologisch Institut in Utrecht:

a) Nederlandsch Meteorologisch Jaarbock voor 1875. 27 Jhrg. 1876. 4.

b) Marche annuelle du thermomètre et du baromètre en Neerlande. 1876. 4.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Mars 1877. 8.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. II. Serie. Tom. XII. 1877. 8.

Von der zoologisch Genootschap in Amsterdam:

Nederlandsch Tydschrift voor de Dierkunde. Deel I.—IV. 1864—74 8.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tom: XII. 1876-77. 8.

Vom Museum of comparative Zoology in Cambridge, Boston.

Annual Report for 1876. Boston 1877. 8.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Copenhagen:

Tyge Brahes meteorologiske. Dagbog 1582—97. 1876. 8.

Von der Accademie Pontificia de nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno XXX. Sessione I. del 17 Dec. 1876. 1877. 4.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino. Anno 1877. Nr. 3 e 4. 8.

Vom Verein für Naturkunde in Fulda:

Meteorologisch-phänologische Beobachtungen 1876. 1877. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig:

Sitzungsberichte. Jahgang 1874—77. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Osnabrück:

3. Jahresbericht 1874—75. 1877. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Aussig:

Mittheilungen. Ueber die Bildung des Aussig-Teplitzer Braunkohlenflötzes von A. Purzold. 1877. 8.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Jahrgang 1876. Bd. 26. 1877. 8.

Vom Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. Bd. 17. Jahrgang 1876—77. 1877. 8.

Von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1877. 8.

Von dem Ministerio dos negocios da marinha e ultramar in Lissabon:

Annaes da Commissao central permanente de geographia. Nr. 1 Dezembro 1876. 8.

Von der Société Linéenne in Bordeaux:

a) Actes. Tome 29. 30. 1873—1875. 8.
8) Actes. Tom. XXXI. (= IV. Série Tom. I.) 1876. 8.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. 1877. 8.

Von dem R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino. Anno 1877. 8.

Von der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors:

Meddelanden. Heft I. 1876. 8.

Von der k. Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam:

Verhandelingen. Afd. Natuurkunde Bd. 16. 1876. 4.

Von der Société des sciences naturelles in Cherbourg:

Compte-rendu de la séance extraordinaire tenue le 30. Decbr. 1876. 1877. 8.

Von der United States Navy in Washington:

a) Washington Observations for: 1874. Appendix II. Report on t Difference of Longitude between Washington and Ogden, Uta 1876. 4.
b) Investigation of Corrections to Hansen's Tables of the Moon, l Simon Newcomb. 1876. 4.

Von der Royal Society in London:

a) Philosophical Transactions. Vol. 166. 1876. 4.
b) Proceedings. Vol. XXV. 1875—76. 8.

Von der Société des sciences in Lille:

Mémoires. 4. Sér. Tom. I. Lille und Paris 1876. 8.

Von der Royal-Society of Victoria in Melbourne:

Transactions and Proceedings. Vol. XII. 1876. 8.

Von dem Museo publico in Buenos Aires:

a) Die fossilen Pferde der Pampasformation. Mit 8 Taf. Von Her mann Burmeister. 1875 fol.
b) Acta de la Akademia nacional de ciencias exactas existente en l universidad de Córdova. Tom I. 1875. 4.
c) Description physique de la république Argentine, par H. Burmeister 2. Bd. Paris 1876. 8.

Von dem Radcliffe-Observatory in Oxford:

Results of astronomical and meteorological Observations in the yea 1874. Vol. 34. 1876. 8.

Vom Dun Echt Observatory in Aberdeen:

Dun Echt Observatory Publications. Vol. I. 1876. 4.

Vom Physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrgang 1875. 1876. 4.

Von dem Observatoire royal de Bruxelles in Brussel:

Observations météorologiques. I. Année. 1877. 4.

Vom Herrn G. Tschermak in Wien:

Ueber den Vulcanismus als kosmische Erscheinung. 1877. 8.

Vom Herrn M. Loewenberg in Paris:

De l'échange des gaz dans la caisse du tympan. 1877. 4.

Vom Herrn G. Omboni in Padua:

Il mare glaciale e il Pliocence ai piedi delle Alpi Lombarde. Milano 1877. 8.

Vom Herrn Rudolph Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. XLII. 1877. 8.

Vom Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

Bericht über eine geologische Reise nach Ungarn im Herbst 1876. 8.

Vom Herrn Louis Pierre Matton in Lyon:

a) Le Bissegment. Principe nouveau de géometrie curviligne. 1876. 4.
b) Première suite et premiers développements de la brochure le Bissegment. 1876. 4.
c) Résumé des deux premières brochures sur le Bissegment. 1876. 4.
d) Réponse à une seule et dernière objection contre la tendance des trois brochures sur le Bissegment. 1876. 4.
e) Quadrature de tous les polygones réguliers. 1877. 4.
f) Sommaire des cinq brochures sur la quadrature de tous les polygones réguliers et sur le Bissegment. 1877. 4.

Vom Herrn Thieme in St. Petersburg:

Mémoire sur le rabotage des métaux. 1877. 8.

Vom Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:

Select Plants readily eligible for Industrial Culture or Naturalisation in Victoria. 1876. 8.

Vom Herrn Ernest van den Broeck in Brüssel:

a) Observations malacologiques. 1869. 8.
b) Notes sur une excursion scientifique en Suisse. 1876. 8.

c) Esquisse géologique et paléontologique des dépots pliocénes des environs d'Anvers. Fasc. I. 1876. 8.
d) Excursions, découvertes et observations faites en Belgique pendant l'année 1870. 8.
e) Observations sur la Nummulites planulata du Paniselien. Paris 1875. 8.
f) Liste des mollusques recueillis aux environs d'Arlon et de Virton 1873. 8.
g) Rapport sur l'excursion de la société malacologique de Bruxelles en 1871. 8.
h) Quelques considérations sur la découverte d'un fossile microscopique nouveau. 1871. 8.
i) Liste des foraminifères du Golfe de Gascogne. Bordeaux 1875. 8.
k) Sur les alterations des dépôts quaternaires par les agents atmospheriques. Paris 1877. 4.

Vom Herrn O. Struve, in St. Petersburg:

Jahresbericht für d. J. 1874/75 und 1875/76. 8.
Hilfstafeln zur Berechnung der Polaris-Azimute von Eugen Block. 1875. 4.
Déclinaisons moyennes corrigées des etailes principales pour l'époque 1845, o par Magnus Nyrén. 1875. 4.

Sitzungberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 3. November 1877.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Vogel trägt vor:

„Ueber den Wassergehalt des Eiweisses."

Neuere Versuche haben zu der Annahme Veranlassung gegeben, dass das Eiweiss einem grösseren Ei entnommen, wasserhaltiger sei, als das des kleineren Eies und daher im Verhältniss weniger Nährwerth, als das Eiweiss des letzteren besitze. Dr. F. Wippern[1]) hat diese Annahme durch die Gewichtsdifferenzen von den Thieren schwerer und leichter Eier zu begründen versucht. Das Gewichtsverhältniss stellt sich nach den angestellten Versuchen folgendermassen im Mittel.

Conchinchina-Ei	44,0 Grm.
Ausgebrütetes Hühnchen, trocken .	38,8 „
Gewicht der trocknen Schaale . . .	6,1 „
Gewichtsverlust durch Trocknen, Athmung des Thieres etc.	1,1 „
Summa	44,0 Grm.

1) Oesterr. landw. Wochenblatt. 22. Sept. 1877. S. 439.

Anderes Ei	67,5	Grm.
Ausgebrütetes Hühnchen, trocken .	48,5	„
Gewicht der trocknen Schaale . . .	8,0	„
Gewichtsverlust	11,0	„
Summa	67,5	Grm.

Neben diesen höchst instruktiven Brütversuchen schien es mir doch von Interesse, direkt experimentell nachzuweisen, ob zwischen Eiweiss verschiedener Eiersorten in der That ein auch auf diesem Wege nachweisbarer Unterschied bestehe, d. h. ob das Eiweiss kleiner Eier concentrirter sei und somit einen höheren Nahrungswerth besitze, als das Eiweiss grosser Eier.

Zur Aufklärung der Frage sind theils in meinem Laboratorium, theils von meinem Freunde Prof. Dr. L. Raab in Straubing auf meine Veranlassung sehr zahlreiche Versuche angestellt worden, deren Hauptresultate ich hier vorzulegen mich beehre.

Vor Allem ist hervorzuheben, dass zu diesen Versuchen nur frische Eier, nicht älter als 12 Stunden, zur Verwendung kommen können. Die Gewichtsabnahme der Eier, wenn sie nicht unter besonderen Vorsichtsmassregeln aufbewahrt werden, ist nach einigen Tagen schon so bedeutend, dass die Natur des Materiales auf die Versuchsresultate von grossem Einflusse wird. Nach mehrfachen Beobachtungen verliert das frische Ei bei gewöhnlichem Aufbewahren täglich 0,04 bis 0,05 Grm. an Gewicht und dasselbe Ei, welches im frischen Zustande in einer Kochsalzlösung von bestimmter Concentration zu Boden geht, schwimmt nach kurzer Zeit auf destillirtem Wasser, in der Folge nach längerem Liegen, sogar auf Weingeist und Aether. Nach einer älteren Angabe[2]) hatte ein Ei durch lange Aufbewahrung 46 proc. an Gewicht verloren.

2) Berzelius Lehrbuch der Chemie. B. IX. S. 654.

Was das Gewicht des ganzen Eies anbelangt, so bemerkt Dr. Wippern (a. a. O.) sehr richtig: „Die alte Raison der Kochbücher: 8 Eier auf ein Pfund = 63 Grm. pro Stück ist eine nicht niedrige Ziffer, wie man durch Wägung aller Marktwaare leicht ermitteln kann.“ Dieser Behauptung schliesse ich mich vollkommen an, indem dieselbe durch vielfache Wägungen bestätigt worden ist. Die Annahme von 63 Grm. pro Stück erscheint als eine sehr hoch gegriffene. Die höchste Gewichtsdurchschnittszahl der grössten Eier ist 56 bis 59, aber niemals 63. Es erklärt sich die Angabe von 8 St. Eiern auf 1 Pfund vielleicht in der Weise, dass hier nicht das Zollpfund in Betracht gezogen.

Das Trocknen des Eiweisses geschah in einem V förmigen Rohre mittelst Aspirator im trocknen Luftstrome zunächst bei gewöhnlicher Temperatur, dann erst folgte das Trocknen des festen Rückstandes im Wasserbade, bis keine Gewichtsabnahme sich mehr bemerklich machte. Ich habe diese Methode des Trocknens angewendet, weil es nach meiner Erfahrung mit Schwierigkeit verbunden ist, das plötzlich zum Gerinnen gebrachte Eiweiss von seinen letzten Spuren von Wasser zu befreien.

Ohne selbstverständlich auf die gewonnenen analytischen Zahlenresultate hier speciell eingehen zu wollen, mag nur im Allgemeinen bemerkt werden, dass ich die Annahme hinsichtlich des concentrirteren Zustandes des Eiweisses im kleinen Ei verglichen mit dem Eiweiss des grossen Eies, wenigstens nach den mir bis jetzt vorliegenden Versuchen, nicht zu bestätigen im Stande bin.

Allerdings bestehen Differenzen im Wassergehalte der verschiedenen Eiweisssorten, aber einmal sind sie doch sehr gering und dann stehen sie, wenn man dieselben überhaupt gelten lassen will, eigentlich der bisherigen Annahme entgegen.

Ich erwähne hier die Durchschnittszahlen einer grösseren Versuchsreihe. Der Wassergehalt des Eiweisses in Procenten beträgt:

I.	Kleines Ei	88,3.
II.	Mittelgrosses Ei	87,8.
III.	Grosses Ei	86,1.

Man ersieht hieraus, dass zwischen I und II kein wesentlicher Unterschied stattfindet, dass das Eiweiss des grossen Eies 1,5, beziehungsweise 2 proc. weniger Wasser enthält, als das Eiweiss des mittelgrossen und kleinen.

Ein ähnliches Resultat hat die Wasserbestimmung des Eigelbs ergeben.

Der Wassergehalt des Eigelbs beträgt in Procenten:

I.	Kleines Ei	49,8.
II.	Mittelgrosses Ei	50,0.
III.	Grosses Ei	46,1.

Hier wie beim Eiweiss ergibt sich die geringe Differenz im Wassergehalte zum Vortheile des grossen Eies.

Obgleich die Zahl der hier angeführten Beobachtungen zur völligen und endgültigen Aufklärung des Gegenstandes wohl noch etwas zu gering ist, so dürfte hiedurch doch schon eine Modification der bisherigen Ansicht angebahnt und namentlich zu weiteren Versuchen in dieser Hinsicht Veranlassung gegeben sein. Zur Ergänzung des Bisherigen führe ich noch einen einzelnen mit einem conservirten Ei ausgeführten Versuch an, welchen Herr Prof. Dr. L. Raab mir mitzutheilen die Güte hatte. Das Conserviren der Eier kömmt in Niederbayern sehr häufig in Anwendung, und besteht darin, dass man die frischen Eier in Kalkmilch einlegt. Erst unmittelbar vor dem Verkaufe oder Versenden werden dieselben aus der Kalkmilch herausgenommen und gewaschen. Die so conservirten Eier haben das Unangenehme, dass das Eigelb beim Oeffnen des Eies leicht zer-

fliesst, was bei frischen Eiern nicht der Fall ist; ferner nehmen die conservirten Eier mitunter einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack an. Das zur Untersuchung verwendete Ei war im Mai in Kalkmilch eingelegt worden.

Gesammtwicht . . .	51,125 Grm.
Schaale	5,500 „
Totalgewicht des Inhaltes	45,625 Grm.
a) Eiweiss, frisch . .	30,625 „
„ getrocknet	4,625 „
Wassergehalt . .	26,000, d. i. 84.89 proc.
b) Eigelb, frisch . .	15,000 Grm.
„ getrocknet	7,312 „
Wassergehalt . .	7,688 Grm. d. i. 51,25 proc.

Es wäre nicht ohne Interesse, den Einfluss anderer Conservirungsmethoden auf die Natur des Eies kennen zu lernen, worauf wir in der Folge zurückkommen uns vorbehalten, sowie auch die Eier anderer Vögel nach angeführter Weise in Betracht zu ziehen. In folgender Zusammenstellung finden sich die Versuchsresultate übersichtlich geordnet.

	A. Grosses Ei.	B. Mittelgrosses Ei.	C. Kleines Ei.
I. Wassergehalt des Eiweisses in Procenten.	85,86	87,80	88,34
II. Wassergehalt des Eigelbs in Procenten.	45,92	50	49,85
III. Gewicht des ganzen Eies.	59,563 Grm.	44,51 Grm.	39,625 Grm.
d. i. in Procenten:	100	74,51	66,5
IV. Gewicht der Schaale.	7,3 „	4,1 „	4,2 „
d. i. in Procenten:	12,2	9,2	10,5

	A. Grosses Ei.	B. Mittelgrosses Ei.	C. Kleines Ei.
V. Verhältniss des Eiweisses zum Eigelb.			
Eiweiss	35,376 Grm.	25,626 Grm.	23,576 Grm.
Eigelb	16,875 „	14,625 „	11,849 „
d. i. in Procenten:			
Eiweiss	50,2	57,6	59,5
Eigelb	28,3	32,6	30,3
Eiweiss : Eigelb	100 : 56,3	100 : 56,6	100 : 50

Endlich folgt hier noch das Resultat der Untersuchung des Taubeneies, welche Herr Dr. Raab mir nachträglich mitzutheilen die Güte hatte.

I. Gewöhnliches Taubenei.

Totalgewicht . .	14,125	Grm.	
Frische Schaale .	1,375	„	
	12,750	„	
a. Eigelb, frisch . .	3,125	„	
Eigelb, getrocknet	1,188	„	
Wassergehalt . .	1,937	„	= 62 proc.
b. Eiweiss, frisch . .	9,625	„	
Eiweiss, getrocknet	1,125	„	
Wassergehalt . .	8,500	„	= 88,32 proc.

II. Grosses Taubenei.

Beim Oeffnen dieses Eies zeigte dasselbe zufällig 2 Dotter, war also eine Abnormität.

Totalgewicht . .	19,3125	Grm.
Frische Schaale .	1,6870	„
	17,6255	„

a. Eigelb, frisch . .	7,00	„	
Eigelb, getrocknet	2,25	„	
Wassergehalt . .	4,75	„	= 67,85 proc.
b. Eiweiss, frisch .	10,626	„	
Eiweiss, getrocknet	1,000	„	
Wassergehalt .	9,626	„	= 90,5 proc.

Das Resultat ergibt sich, wie man sieht, den bei der Bestimmung des Hühnereies gefundenen Zahlen analog.

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber die electromotorische Kraft und den inneren Widerstand einiger Thermosäulen."

Unter den thermoelectrischen Säulen, welche für Hervorbringung stärkerer Ströme empfohlen worden sind, haben sich vorzüglich zwei Eingang in die Praxis verschafft, die von Noë und die von Clamond, modificirt von Koch. Die Noësche Säule ist in ihrer ursprünglichen Form, in welcher die Elemente so angeordnet sind, dass sämmtliche Löthstellen in einer Geraden liegen und durch eine Reihe kleiner Gasflammen geheizt werden, von Herrn von Waltenhofen auf ihre electromotorische Kraft und ihren Widerstand untersucht und beschrieben worden[1]). Die abgeänderte Gestalt, in welcher die Elemente so angebracht sind, dass alle Löthstellen in einer Kreisperipherie liegen und mittelst kupferner Heizstifte durch eine einzige Bunsenflamme erwärmt werden, ist ebenfalls von Herrn von Waltenhofen beschrieben worden und sowohl dieser Physiker[2]), als auch neuerdings Herr Streintz[3]) haben die Constanten solcher Säulen bestimmt. Ueber die Clamond'sche

1) Poggend. Ann. CXLIII p. 113, Carls Repert. VII p. 1 (1871.)
2) Poggend. Ann. CXLVI p. 617 (1872.)
3) Carls Repert. XIII p. 4 (1877.)

Säule hat Herr Rolland[4]) Messungen veröffentlicht, welche den besonderen Zweck haben, die Abhängigkeit des inneren Widerstandes der Säule von dem Grade der Erhitzung zu bestimmen. Ueber ihre electromotorische Kraft sind mir nur die älteren Angaben von Clamond und Mure[5]) bekannt.

Was zunächst die Widerstandsbestimmungen an Thermosäulen betrifft, so möchte ich an das erinnern, was ich früher über diesen Gegenstand gesagt habe[6]). Wenn während der Widerstandsmessung ein Strom durch die Löthstellen der Thermosäule geht, so setzt sich der primären electromotorischen Kraft derselben, E, eine secundäre entgegen, welche man als die Peltiersche Polarisation bezeichnen kann und die der Stromstärke gerade proportional, also $= ik$ ist. Wenn daher der Gesammtwiderstand der Säule $= x$ ist, so wird jetzt die Stromstärke

$$i = \frac{E - ik}{x} = \frac{E}{x + k}$$

sein, d. h. jene der Stromstärke proportionale Gegenkraft spielt die Rolle eines von der Stromstärke unabhängigen Leitungswiderstandes. Dieser Thatsache ist es zuzuschreiben, dass die verschiedenen Methoden der Widerstandsbestimmung für ein und dieselbe Combination verschiedene Werthe ergeben. Vor Allem wird man solche Methoden vermeiden müssen, welche einen andauernden Stromschluss verlangen und unter diesen wieder solche, welche (wie die Ohmsche oder die von Rolland benutzte Wheatstonesche) aus mehreren hintereinander ausgeführten Messungen bestehen, bei denen der Strom wohl im Galvanometer, aber nicht in der Säule die gleiche Stärke hat. Es ergibt sich zwar aus den

4) Compt. rend. LXXXVI p. 1026 (1877).
5) Ibid. LXVIII p. 1455 (1869).
6) Poggend. Ann. CXXIX p. 520 (1866).

Messungen, dass jene mit k bezeichnete scheinbare Widerstandsvermehrung nicht sehr gross ist gegen x, immerhin aber macht sie die Messungen unsicher, und auch Herr Rolland hat bemerkt, dass wohl die Veränderung in der electromotorischen Kraft seiner Säule nicht ohne Einfluss auf das Ergebniss seiner Widerstandsmessungen geblieben sei.

Um den normalen Widerstand einer Thermosäule zu bestimmen, bediene ich mich desshalb immer nur der Brückenmethode, wobei ich den Strom, welcher durch die Zweigleitungen geführt wird, immer nur momentan schliesse[7]). Der so erhaltene normale Widerstand ist aber nicht der, welcher während der Arbeitsleistung der Thermosäule wirklich vorhanden ist. Um diesen zu finden, wende ich die Methode an, welche mir schon früher zur Bestimmung innerer Widerstände von Batterien, besonders auch von Thermosäulen, gedient hat[8]). Diese Methode, darauf beruhend, dass der Strom eines Daniellschen Normalelementes zweimal hintereinander bei verschiedener Schlittenstellung nach der du Boisschen Compensationsmethode durch den Strom der Thermosäule (als compensirenden Säule) auf Null gebracht wird, verlangt ebenfalls nur momentane Stromschlüsse. Der Werth k kommt desshalb äusserst wenig in Betracht; immerhin wird es nie gelingen, ihn ganz unschädlich zu machen, da die compensirende Säule immer etwas vor der compensirten geschlossen wird.

Zur Bestimmung der electromotorischen Kraft der Thermosäule compensire ich einmal ein Daniell'sches Normal-Element durch eine beliebige stärkere Säule (ein oder mehrere grovesche Elemente) und dann die fragliche Thermosäule durch dieselbe stärkere Säule. Das Verhältniss der in beiden Fällen durch den Schlitten vom Compensatordraht ab-

7) Vergl. hierüber meine oben angezogene Arbeit.

8) Poggend. Ann. CXLII p. 573 (1871).

geschnittenen Längen ist dann unmittelbar die electromotorische Kraft der Thermosäule in der Einheit D = 1. Für diese Messungen habe ich mich stets des von mir angegebenen Universalcompensators bedient, dessen Einrichtung ich bei Gelegenheit der jüngsten Naturforscherversammlung gezeigt habe und demnächst in den Annalen der Physik und Chemie beschreiben werde.

Die Angaben, welche die Herren von Waltenhofen und Streintz über die Noësche Thermosäule gemacht haben, sind wohl so erschöpfend, dass weitere Mittheilungen über dieselbe unnöthig wären. Aber die erwähnten Angaben beziehen sich auf neue Apparate, diejenigen, welche ich im Nachfolgenden mache auf eine viel und leider oft ohne die nöthige Vorsicht benützte lineare Säule von 80 Elementen, welche in vier Gruppen von je 20 abgetheilt sind. Die Säule ist eine der älteren, welche Noë construirt hat und zeigt schon äusserlich einige Defecte. Die negativen Kupferdrähte, welche mit ihren Enden nur wenig in die positiven Antimonzinkcylinder heineinragen, sind theilweise ganz von denselben getrennt, oberflächlich oxydirt und berühren sie nur durch Federdruck. In der That ging denn auch von dem Strome einer vierpaarigen Chromsäurebatterie gar nichts durch die ganze Säule hindurch. Ebensowenig zeigten von den vier Abtheilungen der Säule, welche mit A, B, C und D bezeichnet werden mögen, A, C und D irgend welche Leitungsfähigkeit, der Widerstand in B dagegen war relativ gering, nämlich = 1,495 Q. E. Ich hielt demnach die Säule für ganz unbrauchbar geworden und war um so mehr überrascht, als sie beim Erhitzen (bei Benützung aller 80 Elemente hintereinander) in der Minute 5,3 Cubcm. Knallgas lieferte. Es waren wohl zwei Umstände, welche jetzt die Leitung vermittelten, nämlich die Vermehrung des mechanischen Druckes, mit welchem sich das Kupfer an die Metalllegirung in Folge der Ausdehnung

beider Metalle anlegte, dann aber die Vergrösserung, welche die Leitungsfähigkeit von Metalloxyden beim Erhitzen erfährt.[9])

Die Messung der electromotorischen Kräfte der Gruppen ergab:

A	=	1,604	D
B	=	1,595	—
C	=	1,604	—
D	=	1,621	—
80 Elemente	—	6,424	D
1 Element	=	0,08	D.

Als die sichtbar schadhaften Stellen der Säule durch Löthung ausgebessert waren, liessen sich die Widerstände der vier Gruppen bestimmen; es war der von

A	=	3,8	Q.	E.
B	=	1,5	—	—
C	=	14,0	—	—
D	=	30,5	—	—

die electromotorischen Kräfte aher hatten dadurch so gut wie keine Veränderung erfahren.

Die Widerstandsbestimmungen, welche an der Säule nach der Compensationsmethode ausgeführt wurden, während dieselbe in Thätigkeit war, ergaben begreiflicher Weise wiederum eine bedeutende Widerstandsabnahme beim Erwärmen, so zwar, dass der Gesammtwiderstand der 80 Elemente, der nach obiger Messung ursprünglich = 50 Q. E. war, bis auf 5,9 Q. E. hinabging.

Was aus diesen Versuchen hervorgeht, ist, dass selbst die stark abgenützte Säule noch einige ihrer guten Eigenschaften bewahrt hat. Die electromotorische Kraft eines

9) Vergl. meine Untersuchungen hierüber in Poggend. Ann. CXI p. 619 (1860).

Elementes der linearen Säule soll nach von Waltenhofen ungefähr = 0,10 D, bei starker Ueberhitzung = 0,13 D sein, während derselbe die electromotorische Kraft eines Elementes der mit Heizstiften geheizten Cylindersäule = 0,08 D fand. Hierbei waren die Heizstifte schwach glühend erhalten. Herr Streintz fand für die Kraft eines Elementes einer solchen Cylindersäule nur 0,04 D (108 Elemente = 4,3 D) und nahe übereinstimmend damit lieferte mir eine von Dörffel in Berlin gearbeitete zwanzigpaarige Cylindersäule durch einen einfachen Bunsenbrenner erhitzt nur die Kraft 0,97 D, also für ein Element 0,048 D; diese Kraft wuchs aber beim Erhitzen mit einem Dreiflammenbrenner bis 1,41 D, also für ein Element auf 0,07 D. Den Normalwiderstand dieser Säule fand ich = 1,32 Q. E.; während des Erhitzens wurde er nach der Compensationsmethode = 1,52 Q. E. gefunden. Die alte abgenützte Säule hatte also immer noch eine verhältnissmässig sehr hohe electromotorische Kraft; dass diese überhaupt abgenommen hatte, war wohl den eingeschobenen Oxydschichten zuzuschreiben.

Die anderen guten Eigenschaften der Noëschen Säule sind: ihre sofortige Verwendbarkeit, sobald einmal die Gasbrenner angezündet worden sind und die Gleichmässigkeit der Wirkung in den vier Gruppen. Hieran hatte der Gebrauch nichts geändert.

Die Clamondsche Säule, von der mir zwei Exemplare in der von Koch in Eisleben ausgeführten Construction zu Gebote standen, hat gegen die Noësche den Nachtheil, dass sie lange (eine Stunde lang) geheizt werden muss, ehe sie zu ihrer vollen Wirkung gelangt, dagegen den grossen Vortheil der Dauerhaftigkeit und Unveränderlichkeit, indem sämmtliche Elemente in einen Thonmantel eingebettet sind. Die Löthstellen liegen sämmtlich in der inneren Cylindermantelfläche und werden durch einen cylinderischen Brenner mit

vielen Brennöffnungen geheizt. Bei der Heizung der einen Säule (I) wandte ich den von Koch beigegebenen Gasregulator an, bei der anderen (II) war derselbe entfernt. Jede der Säulen besteht aus 120 Elementen, welche in vier Gruppen zu je 30 abgetheilt sind. Die Widerstände der einzelnen Gruppen, sowie der ganzen Säulen wurden nach der Brückenmethode bestimmt und zwar einmal mit momentanem Stromschluss, einmal mit dauerndem. Hierdurch wurden die beiden Widerstandswerthe x und x' gefunden, deren Differenz x'—x = k den durch die Peltiersche Polarisation scheinbar hinzukommenden Widerstand ausdrückt. Es wurde gefunden:

	Säule I.			Säule II.		
	x	x'	k	x	x'	k
Abtheilung A	0,560	0,575	0,015	0,705	0,720	0,015
— — B	0,555	0,570	0,015	0,820	0,835	0,015
— — C	0,500	0,514	0,014	0,795	0,810	0,015
— — D	0,455	0,459	0.014	0,796	0,810	0,014
Summa:	2,060	2,118	0,058	3,116	3,175	0,059
Ganze Säule	2,060	2,119	0,059	3,110	3,170	0,060

Die Abtheilung A ist die oberste, D die unterste.

Die electromotorische Kraft der beiden Säulen fand ich sehr viel geringer, als sie der Angabe nach sein sollte. Während Herr Koch angibt, dass seine Säule in seinem Voltometer eine Knallgasentwicklung von 7 bis 8 Cubcm. in der Minute gebe, gelang es mir nie, viel über 4 Cubcm. zu erhalten. Ich möchte daraus indess nicht schliessen, dass nicht unter günstigeren Bedingungen eine grössere Wirkung erzielt werden könne. Die folgenden Zahlen sollen nicht die electromotorischen Kräfte geben, welche man mit den Kochschen Säulen erreichen kann, sondern nur die, welche man in der Regel erhält, wobei ich bemerke, dass meine

Versuche an sehr heissen Sommertagen angestellt worden sind, so dass die Luftkühlung eine äusserst ungünstige war; auch war der Gasdruck nur ein geringer.

	Säule I.	Säule II.
Abtheilung A	0,920 D	0,867
— — B	0,815 —	0,880
— — C	0,557 —	0,650
— — D	0,338 —	0,274
120 Elemente	2,630 D	2,671 D
1 Element	0,022 D	0,022 D

Was aus diesen Zahlen vor Allem hervorgeht, ist, dass die Brenner ganz ungünstig angebracht sind. Die Gase der Flammen erhitzen die oberen Abtheilungen der Säulen weit stärker, als die unteren, so dass die letzteren weitaus nicht ausgenützt werden. Ich habe den Brenner der Säule I herausgenommen und tiefer gelegt und dann bei gleichem Gasverbrauch wie früher die folgenden electromotorischen Kräfte gefunden:

Abtheilung A	0,655 D
— — B	0,819 —
— — C	0,800 —
— — D	0,619 —
120 Elemente	2,893 D
1 Element	0,024 D

Jetzt waren die mittleren Abtheilungen am stärksten erwärmt. Wenn das Brennrohr ausser der gehörigen Tiefe auch noch die richtige Länge erhält, so wird die electromotorische Kraft der ganzen Säule noch erheblich gesteigert werden können.

Um endlich einen Begriff zu bekommen von der Veränderung, welche der Widerstand dieser Thermosäulen durch

die Erwärmung erfährt, habe ich die Säule mit zunehmender Flammengrösse geheizt und jedesmal wenn eine Constanz der Stromstärke erreicht war, durch die Compensationsmethode den Widerstand und die electromotorische Kraft bestimmt. Es wurde gefunden:

Electromotor. Kraft.	Widerstand Q. E.
—	2,06 (normal)
1,96 D	2,20
2,23	2,36
2,39	2,50
2,55	2,70
2,96	2,93

Ein bestimmtes Gesetz, welches die beiden gefundenen Grössen miteinander verbindet, lässt sich nicht erwarten, da die Luftkühlung nicht immer dieselbe war. Jedenfalls findet eine ziemliche Regelmässigkeit in der Widerstandszunahme mit der Temperatur statt und zwar in einem Betrage, gegen welchen der oben gefundene Werth von k nur gering ist.

Was nun die aus den mitgetheilten Versuchen sich ergebenden Schlüsse über die Brauchbarkeit der Noëschen und der Clamond-Kochschen Thermosäulen betrifft, so gewinnt die letztere durch ihre grosse Solidität den Vorzug für technische Zwecke. Dass sie lange vor dem Gebrauch angeheizt werden muss, ist hiefür gleichgültig; einmal in Thätigkeit arbeitet sie mit grosser Constanz, sowohl in Bezug auf ihre electromotorische Kraft, als auf ihren Widerstand, fort. Auch wenn bei gleicher Elementenzahl die electromotorische Kraft hinter der der Noëschen Thermosäule zurückbleibt, wird ihre Brauchbarkeit nicht geringer, da die Vermehrung der Elemente leicht zu bewerkstelligen ist.

Nur die Brenner müssen den obigen Angaben entsprechend zweckmässiger construirt werden. Dagegen bietet die Noë-sche Säule für Laboratorienzwecke die grosse Annehmlichkeit, dass man (durch Koppelung mehrerer Cylindersäulen) eine ergiebige Stromquelle schnell zur Hand hat, deren electromotorische Kraft ebenfalls recht constant ist, und deren Dauerhaftigkeit in der neuen Construction auch schon wesentlich gewonnen hat.

Sitzung vom 1. Dezember 1877.

Das Sterengesetz.

Von H. Schröder.

Correspondirendem Mitgliede.

---

1. Seit dem Jahre 1840 bin ich beharrlich bestrebt gewesen, die Regeln und Gesetze aufzufinden, welche der Volumconstitution fester Körper zu Grunde liegen.

Ein folgenreicher Fortschritt ist mir im Laufe der Jahre 1873 bis 1876 gelungen durch den Nachweis der Thatsache, dass die Componentenvolume der Verbindungen in der Regel genau in einfachen Verhältnissen stehen. Ich legte diess nach und nach an einer so grossen Zahl von Verbindungen dar, dass die Verallgemeinerung des Satzes vollkommen berechtigt erscheint. Ich wies diess z. B. nach am Quarz, in welchem das Silicium sein ursprüngliches Volum hat, und der Sauerstoff genau das gleiche Volum wie das Silicium einnimmt; ebenso z. B. am Olivin, in welchem die Magnesia mit ihrem eigenen Volum als Periklas enthalten ist, und die Kieselsäure genau das gleiche Volum einnimmt, wie die beiden Atome Magnesia, mit welchen sie verbunden ist.

Wenn aber die Componentenvolume der Verbindungen in einfachen Verhältnissen stehen, so folgt daraus der wichtige Satz:

In jeder Verbindung waltet oder herrscht ein bestimmtes Volummaass, dem sich alle Bestandtheile vollkommen unterordnen.

Für diesen von mir eingeführten Begriff des Volummaasses habe ich später das kürzere Wort „die Stere“ angenommen.

Der obige Satz lässt sich daher dahin aussprechen:

In jeder Verbindung waltet oder herrscht eine bestimmte Stere.

2. Da sich in isomorphen Körpern sehr häufig das gleiche Volummaass, d. i. die gleiche Stere unzweifelhaft herausstellte, z. B. im KCl und NaCl, im Magnesit und Calcit, im Kalium Sulfat, Selenat und Chromat u. s. w., so lag es nahe, das Volummaass oder die Stere als im Zusammenhange mit der Krystallform stehend anzunehmen.

Eine wiederholte Durcharbeitung aller näher untersuchten chemischen Gruppen von diesem Standpunkte aus stellte indessen nach und nach unzweifelhaft heraus, dass eine unmittelbare Abhängigkeit der Stere von der Krystallform nicht stattfindet; dass isomorphe Körper mit ungleichen Steren vorkommen, und ebenso gleiche Steren bei sehr verschiedenen Krystallformen auftreten. Es ergab sich vielmehr, dass das Volummaass oder die Stere einer Verbindung lediglich von einem ihrer Elemente bestimmt wird, welches seine eigene Stere auf die ganze Verbindung überträgt. Es stellte sich nach und nach heraus, dass isomorphe Körper nur desshalb so häufig gleiche Steren haben, weil den Elementen, welche in einer Reihe von Verbindungsgruppen in der Regel isomorph erscheinen, sehr häufig auch genau die nämliche Stere eigenthümlich ist. Ich habe diess erstmals ausgesprochen im N. Jahrbuch der Mineralogie für 1875 S. 481. So haben z. B die rhomboëdrisch isomorphen Carbonate des Magnesiums, des Mangans und Calciums, d. i. der Magnesit, Rhodochrosit und Calcit

exact die nämliche Stere, weil dem Magnesium, Mangan und Calcium die gleiche Stere eigenthümlich ist.

Der erwähnte Satz lässt sich daher dahin präcisiren:

In jeder Verbindung waltet das Volummaass, d. i. die Stere eines ihrer Elemente, welches durch die bei der Krystallisation waltenden Kräfte alle übrigen Componenten und respective Elemente bestimmt, das gleiche Volummaass, die gleiche Stere anzunehmen.

Eines der Elemente assimilirt sich alle übrigen.

Ich nenne diesen Satz kurz „das Sterengesetz".

3. Man erkennt die exacte Gleichheit des Volummaasses oder der Stere des Magnesiums, Calciums, Mangans, Zinks und Cadmiums z. B. daran, dass 2 Atome Magnesium genau den gleichen Raum erfüllen, wie 3 Atome Zink; zwei Atome Cadmium den gleichen Raum, wie ein Atom Calcium; ein Atom Manganoxydul genau den gleichen Raum, wie ein Atom Magnesium; ein Atom Manganoxyd oder Braunit genau den gleichen Raum, wie 3 Atome Magnesia als Periklas; drei Atome Kalkspath oder Calcit genau den gleichen Raum, wie 4 Atome Magnesitspath, und wie 10 Atome Magnesia als Periklas u. s. w.

Es liegt diesen Verbindungen offenbar eine gemeinsame Stere zu Grunde, eine gemeinschaftliche Volumeinheit, durch welche sie sich alle messen lassen, auf welche bezogen sich alle ihre Elemente als ganze Multipla derselben ausdrücken lassen. Im Besonderen habe ich nachgewiesen, und in den Berichten des D. chem. Ges. in 3 Abhandlungen dargelegt, dass die Silberstere = 5,14 ist, und dass die Mehrzahl aller Silberverbindungen sich in einfachster Weise als reines Multiplum dieser Stere erweist.

Die Steren aller Elemente, die ich bis jetzt habe feststellen können, liegen in den engen Grenzen von 5,0 bis 6,1.

So hat z. B. der Kohlenstoff die Stere 5,11 und prägt sie einer Reihe von organischen Verbindungen auf. Der Phosphor und das Arsen haben die Stere 5,30, und übertragen sie auf eine grössere Zahl ihrer Verbindungen; das Lithium und Natrium haben die Stere 5,90 und prägen sie vielen ihrer Verbindungen auf u. s. w.

Es ist überraschend, wie exact und wie einfach sich die beobachteten Volume gut bestimmter Verbindungen hiemit erklären lassen, und es ist meine volle Ueberzeugung, dass das Sterengesetz fortan nicht mehr aus der Wissenschaft verschwinden wird.

4. Hiemit ergiebt sich nun auch ein Weg, die Volummolekel fester Körper aufzufinden. Es müssen zu derselben so viele Atome eines Elementes oder einer Verbindung genommen werden, aber nicht mehr, als nöthig sind, damit sich das Volum jedes Elementes für sich oder in der Verbindung als ganzes Multiplum der waltenden Stere ausdrücken lässt. Mit anderen Worten: Die feste Molekel enthält von jedem Element nur ganze Volume oder Steren.

So ist z. B. die feste Molekel des Zinks und des Zinkoxyds = Zn_3 u. Zn_3O_3, weil drei Atome Zink für sich und im Oxyd den Raum von fünf Volumeinheiten oder Steren einnehmen, und die 3 Atome O den Raum von 3 Steren.

Ich bezeichne die Anzahl der Atome jedes Elementes in einer Verbindung, wie üblich, mit einer ganzen Zahl rechts unten neben dem Zeichen des Elementes, und die Anzahl seiner Steren mit einer ganzen Zahl rechts oben neben dem Zeichen des Elementes. Die Stere selbst hebe ich dadurch hervor, dass ich sie über den Ziffern überstreiche, das beobachtete und das berechnete Volum dadurch, dass ich es unter den Ziffern unterstreiche. Ebenso

bezeichne ich in der Verbindung dasjenige Element, welches die Stere bestimmt, dadurch, dass ich es überstreiche.

Ich will diess durch ein Beispiel erläutern. Die Silberstere ist 5,14. Das metallische Silber ist

$$\overline{Ag}_1^2 = 2 \times \overline{5,14} = \underline{10,28}; \text{ beob. } v = \underline{10,28}$$

Das Clorsilber ist:

$$\overline{Ag}_1^2 Cl_1^3 = 5 \times \overline{5,14} = \underline{25,70}; \text{ beob. } v = \underline{25,7}$$

Das Jodsilber ist:

$$\overline{Ag}_1^2 J_1^6 = 8 \times \overline{5,14} = \underline{41,12}; \text{ beob. } v = \underline{41,1}$$

Diese Formeln drücken also aus: Im Chlorsilber und Jodsilber ist es das Silber, welches sich das Volummaass oder die Stere der anderen Elemente assimilirt. Das Silber ist mit seinem metallischen Volum im Chlorid und Jodid enthalten; die Volume von Silber und Chlor im Chlorsilber verhalten sich genau wie 2:3; von Silber und Jod im Jodsilber genau wie 1:3. Das Jod im Jodsilber nimmt genau den doppelten Raum ein, als das Chlor im Chlorsilber. Die beobachteten Volume stimmen mit den berechneten exact überein.

5. Zunächst werde ich nun an ein paar einzelnen Verbindungsgruppen eingehend nachweisen, in wie überraschend einfacher Weise sich das Sterengesetz geltend macht.

Ich wähle dazu einige Verbindungen der Kieselsäure, der Thonerde und der Bittererde.

Einen ähnlichen Nachweis für zahlreiche andere chemische Gruppen behalte ich mir vor.

I. Das Sterengesetz nachgewiesen für die Gruppe:

Silicium, Quarz, Sillimanit, Disthen.

§ 1. Die Beobachtungen sind:

1. Silicium = Si; m = 28.

Metallglänzende Krystallblätter, härter als Glas, haben

s = 2,490 Wöhler; v = 11,3

s = 2,493 Harmening; v = 11,2

Das Silicium ist noch in einer anderen Modification beobachtet, worauf ich hier nicht eingehe.

2. Quarz und Bergkrystall = $Si O_2$; m = 60; hexagonal.

Die Dichtigkeit des Quarzes ist von Le Royer & Dumas, von H. St. Claire Deville, von Th. Scheerer, von F. Graf Schaffgotsch und von H. Rose auf 3 Ziffern übereinstimmend beobachtet zu

s ≐ 2,65 und v = 22,6

Die Kieselsäure ist noch in anderen Zuständen beobachtet worden, auf welche ich jedoch an anderer Stelle zurückkommen muss.

3. Der Sillimanit = $\ddot{\text{Al}}\,\ddot{\text{Si}}$; m = 162,8 ist mit dem Andalusit und Disthen isomer und heteromorph.

Fibrolith oder Faserkiesel und Buchholzit sind nur Varietäten des Sillimanits, von wesentlich gleicher Zusamensetzung.

Sillimanit von Norwich; s = 3,238 Dana; v = 50,3
„ „ Yorktown; s = 3,239 Norton; v = 50,3
„ „ Norwich; s = 3,232 Brush; v = 50,4
Fibrolith s = 3,24 Bournon; v = 50,3
„ s = 3,20 Damour; v = 50,9
„ Von Carnati, Indien; s = 3,210 Chenevix; v = 50,7
„ „ Brioude, Haute Loire; s = 3,209 „ v = 50,7
„ „ Steinheil, Morbihan; s = 3,193 „ v = 51,0
Bucholtzit von Chester; s = 3,239 Erdmann; v = 50,3

4. Disthen oder Cyanit = $\ddot{\text{Al}}\,\ddot{\text{Si}}$; m = 162,8.

Vom Gotthard, sehr rein s = 3,6 Marignac; v = 45,2
„ Greiner, Zillerthal s = 3,678 Jacobson; v = 44,2
s = 3,661 Erdmann; v = 44,5
Blättriger von Elfdahlen s = 3,48 Igelström; v = 46,8

§ 2. Da die Steren aller Elemente in den Grenzen 5—6,1 zu liegen scheinen, so ist die Stere des Siliciums am einfachsten als 5,65 angenommen, und die Vol. Mol. des Siliciums $= \overline{Si}_1^2 = 2 \times \overline{5,65} = \underline{11,3}$

§ 3. Ich habe schon wiederholt darauf aufmerksam gemacht, dass dem Quarz genau das doppelte Volum des Siliciums zukomme; dass Sauerstoff und Silicium im Quarz gleichen Raum erfüllen, und dass das Silicium seine Stere auf den Quarz überträgt.

In der That, wenn man vom Quarzvolum das Volum des Siliciums abzieht, so bleibt für O_2 das Volum 11,3; für O also das Volum $\overline{5,65}$; ein Werth, welcher dem normalen Durchschnittsvolum des Sauerstoffs in den Oxyden, wie ich schon 1840 wahrgenommen habe, entspricht.

Hiemit ergibt sich aber als Volummolekel des Quarzes:

$$\text{V. M. Quarz} = \overline{Si}_1^2\, O_2^2 = 4 \times \overline{5,65} = \underline{22,6}.$$

§ 4. Theilt man das Volum des Sillimanits $= \ddot{\ddot{A}}l\, \ddot{Si}$, welches zu 50,3 bis 50,9 beobachtet ist, und da der Sillimanit gewöhnlich 1½ bis 2% Eisenoxyd enthält, eher zu klein als zu gross beobachtet sein dürfte, theilt man dieses Volum mit der Siliciumstere, so findet man sofort, dass sie 9 mal darin enthalten ist.

Die einfachste Auffassung, welche zugleich durch die an den Componenten selbst beobachteten Volumconstitutionen nahe gelegt wird, ist

$$\text{V. M. Sillimanit} = Al_2^2\, O_3^3,\ \overline{Si}_1^2\, O_2^2 = 9 \times \overline{5,65} = \underline{50,85}$$

wie beob.

Hiernach wäre der Quarz als solcher im Sillimanit enthalten; die Thonerde aber mit der Volumconstitution des Korunds, jedoch mit der Siliciumsstere; als dem Volummaass des Quarzes assimilirter Korund.

§ 5. Was den D i s t h e n = $\ddot{\text{Al}}\,\dddot{\text{Si}}$ betrifft, so fällt es sofort auf, und ich habe daurauf schon 1873 (Jahrb. Min. S. 939) aufmerksam gemacht, das der D i s t h e n oder C y a n i t genau das doppelte Volum des Quarzes hat. Es kommt also dem D i s t h e n wie dem Silimanit die Siliciumstere zu.

Als naheliegende und wahrscheinliche Auffassung ergiebt sich hiernach

$$Al^2_2\,O^2_3,\ \overline{Si}^2_1\,O^2_2 = 8 \times \overline{5{,}65} = \underline{45{,}20} \text{ wie beob.}$$

Auch im Cyanit wäre hiernach der Quarz als solcher enthalten, die Thonerde aber mit der Volumconstitution $Al^2_2\,O^2_3$, mit welcher sie für sich noch nicht beobachtet ist.

Das Walten der Siliciumstere im Sillimanit und Disthen scheint mir nicht zweifelhaft, wenn auch die angenommene Volumconstitution der Componenten, obwohl sie die nächstliegende und einfachste ist, nur mit Reserve vorgelegt werden kann.

§ 6. S i l l i m a n i t und D i s t h e n sind isomer mit dem A n d a l u s i t von gleicher Zusammensetzung. Wir werden sehen, dass im A n d a l u s i t die A l u m i n i u m s t e r e waltet, und dass der Kieselsäure darin das Volum des Korunds zukommt.

Es ist hiedurch erstmals ein gesetzmässiger Zusammenhang der Isomerie einer Verbindung mit ihrer Volumconstitution klar gelegt.

II. Das Sterengesetz nachgewiesen für die Gruppe:

A l u m i n i u m, K o r u n d, C h r y s o b e r y l l, D i a s p o r, A n d a l u s i t.

§ 7. Die Beobachtungen sind:

1. M e t a l l i s c h e s A l u m i n i u m = Al; m = 27,4.
Für kleine Mengen s = 2,67 bis 2,50 Wöhler; v = 10,28 bis 10,98.
Gehämmertes u. gewalztes s = 2,67 H.St. Cl. Deville; v = 10,28.

2. Korund, Rubin und Saphir $= Al_2 O_3$; m = 102,8 rhomboëdr.

An natürl. Korundkrystallen fand Graf Schaffgotsch im Mittel aus vielen Bestimmungen s = 4,00; v = 25,7
Farblose Krystalle s = 4,022 Ch. Deville; v = 25,6.

Nach dem Schmelzen und Erstarren s = 3,992 Ch. Deville v = 25,8

Korund, s = 4,009 Breithaupt; v = 25,64
Künstliche Krystalle s = 3,928 Ebelmen; v = 26,17.
Im Porcellanofen geglühte Thonerde s = 3,999 H. Rose; v = 25,7.

Das Volum des Korunds ist daher nach Schaffgotsch, Deville und H. Rose übereinstimmend v = 25,7.

3 Der Chrysoberyll von der Krystallform des Diaspor's ist nach den Analysen $= \dddot{A}l_3 \dot{B}e$, wofür, wenn Be = 14 ist, sich m = 384,4 ergiebt.

Für Chrysoberyll v. Ural i. M. s = 3,739 v. Kokscharow; v = 102,8
Künstlich dargestelte Krystalle s = 3,759 Ebelmen; v = 102,3

4. Diaspor $= Al_2 O_3, H_2 O$; m = 120,8.

Von ?	s = 3,43 Berzelius;	v = 35,2
„ Trumbull, Connecticut;	s = 3,29 Shephard;	v = 36,8
„ Bahia	s = 3,464 Damour;	v = 34,9
„ Katharinenburg i. M.	s = 3,33 Hermann;	v = 36,3
„ Kleinasien	s = 3,45 Smith;	v = 35,0
„ Schemnitz, Ungarn	s = 3,303 Löwe;	v = 36,6

I. M. v = 35,8 etwa.

Die Beobachtungen stimmen nicht scharf, weil der Diaspor nicht rein vorkömmt. Alle analysirten Sorten sind eisenhaltig, wodurch s erhöht, v erniedrigt wird. Es kommen aber auch Verunreinigungen vor, durch welche s erniedrigt wird.

5. Andalusit und Chiastolith kommt vor als $\dddot{A}l \ddot{S}i$; m = 162,8; isomer mit Disthen und Sillimanit.

Für den Andalusit von Munzig im Triebischthal fand Kersten die angegebene Zusammensetzung und

s = 3,152 Kersten; v = 51,7.

Dieselbe fand Damour für brasilianischen:

Von Brasilien s=3,16 Damour; v=51,5.

Der Andalusit enthält nach Bunsen (P. A. 47.186) in der Regel fremde Beimengungen, selbst wenn er schön krystallisirt ist. Durch seine Reinheit ausgezeichnet ist der Andalusit oder Chiastolith von Lancaster; seine Zusammensetzung ist nach Bunsen = $\ddot{\bar{A}}l_6 \ddot{S}i_7$; m=1036,8.

Chiastolith von Lancaster; s=3,088 Bunsen; v=335,8.

§ 8. Da das Aluminiummetall = 10,28 beob. ist, so ist die Aluminiumstere ohne Zweifel = $\overline{5,14}$, wie die Silberstere, und

Vol. Mol. $\overline{Al_1^2} = 2\times\overline{5,14} = 10,28$.

§ 9. Der Korund = $Al_2 O_3$ hat das Volum 25,7; es ist diess genau = 5×5,14. Das Vol. des Korunds enthält sonach 5 Aluminiumsteren. Das Aluminium überträgt seine Stere auf den Korund. Nimmt man für den Sauerstoff wieder sein normales Durchschnittsvolum, hier mit der Aluminiumstere = $\overline{5,14}$, also für 3 O das Vol. $3\times\overline{5,14}=15,42$, so ergiebt sich für Al_2 der Rest 10,28. Es nehmen also 2 Atom Aluminium im Korund genau den nämlichen Raum ein, wie 1 Atom Aluminiummetall.

Schon 1840 habe ich richtig wahrgenommen, dass die Leichtmetalle sehr häufig mit ihrem halben Metallvolum in ihre Verbindungen eingehen.

Volumconstitution und Volummolekel ergiebt sich hiernach für Korund = $\overline{Al_2^2 O_3^2} = 5\times\overline{5,14} = \underline{25,70}$ wie beob.

§ 10. Der Chrysoberyll = $\ddot{\bar{A}}l_3 \dddot{B}e$ hat das Vol = 102,8.

Auf den ersten Blick sieht man, dass diess das zehnfache Volum des Aluminiummetalls ist. Der Chrysoberyll enthält daher 20 Aluminiumsteren.

Der Korund enthält 5 solche Steren; 3 Atome Korund geben 15 Steren; es bleiben daher für die Beryllerde

$= Be_2 O_3$ ebenfalls 5 Steren, wie diess auch für die mit dem Korund isomorphe Beryllerde für sich beobachtet ist. Nur ist die Berylliumstere etwas kleiner, was ich hier nur erwähnen will.

In der That, zieht man vom Volum des Chrysoberylls 3 mal das Volum des Korunds ab, so bleibt für die Beryllerde ein Volum genau gleich dem des Korunds.

Im Chrysoberyll sind daher Korund und Beryllerde mit ihren ursprünglichen Volumen, aber die Beryllerde mit der Stere des Korunds enthalten.

Hiernach ist die Vol. Const. des Chrysoberylls gegeben durch die Formel $3\,\overline{Al}_2^2 O_3^2 + Be_2^2 O_3^2 = 20 \times \overline{5,14}$.

Aber die Molekel lässt sich halbiren, und schreiben:

Vol. Mol. Chrysoberyll $= \overline{Al}_3^5 Be_1^1 O_6^6 = 10 \times \overline{5,14} = \underline{51,4}$ wie beob.

§ 11. Für den Diaspor $= Al_2 O_3, H_2 O$ ist i. M. beobachtet $v = 35,8$ etwa.

Er enthält 7 Aluminiumsteren, denn $7 \times \overline{5,14} = \underline{35,98}$ wie beob.

Das Wasser, welches er enthält, ist basisches Wasser welches erst in der Glühhitze entweicht. Dass die Thonerde darin als Korund enthalten sei, wird schon aus der Thatsache wahrscheinlich, dass der Chrysoberyll mit dem Diaspor von gleicher Krystallform ist, und dass der erstere, wie wir eben gesehen, die Thonerde als Korund enthält. Der Diaspor hat 7 Steren: der Korund hat 5 Steren; zieht man diese ab, so bleiben für das Hydratwasser 2 Steren $= 2 \times \overline{5,14} = 10,28$; und seine Vol. Const. ist ohne Zweifel $= H_2^1 O_1^1$, So ergiebt es sich auch aus dem mit dem Diaspor isomorphen Manganit $= Mn_2 O_3, H_2 O$.

Hiermit ist Vol. Const. und Vol. Molekel für

Diaspor $= \overline{Al}^2_2\,O^3_3,\ H^1_2\,O^1_1 = \overline{Al}^2_2\,H^1_2\,O^4_4 = 7 \times \overline{5,14} = \underline{35,98}$

wie beob.

§ 12. Für den Andalusit und Chiastolith $= Al_2\,O_3,\ Si\,O_2$ ist das Volum v=51,5 bis 51,7 beob. Es fällt sofort auf, und ich habe darauf schon 1873 (J. M. p. 938) aufmerksam gemacht, dass diess genau das doppelte Vol. des Korunds ist. Der Andalusit enthält die Thonerde als Korund, und die Kieselsäure mit der Stere und dem Volum des Korunds, wahrscheinlich als $Si^3_1\,O^2_2$ oder als $Si^2_1\,O^3_2$; was ich hier unentschieden lassen muss. Vol. Const. und Vol. Mol. sind für Andalusit

$\overline{Al}^2_2\,O^3_3,\ Si^3_1\,O^2_2$ od. $\overline{Al}^2_2\,O^3_3,\ Si^2_1\,O^3_2 = 10 \times \overline{5,14} = \underline{51,4}$ wie beob.

Für den Chiastolith von Lancaster ergiebt sich ebenso

$6\ \overline{Al}^2_2\,O^3_3 + 7\ Si^3_1\,O^2_2 = 65 \times \overline{5,14} = \underline{334,10}$ wie beob.

III. Das Sterengesetz nachgewiesen für die Gruppe:

Magnesium, Periklas, Spinell, Olivin, Diopsid, Humit, Kalkthonerde- und Magnesiathonerde-Granat.

§ 13. Die Beobachtungen sind:

1. Das Magnesium = Mg; m=24.
   Galv. red. s = 1,743 Bunsen; v=13,85.
   Durch Na reducirtes s = 1,75 H. St. Claire Deville u. Caron; v=13,72.

2. Periklas und geglühte Magnesia = Mg O; m = 40.
   Regulär.

Im Porcellanofen geglühte Magnesia s=3,644 H. Rose; v=10,98
Künstlich in Krystallen erthaltene s=3,606 Ebelmen; v=11,09
Natürlicher Periklas s=3,674 Damour; v=10,89
" " s=3,75 Scacchi; v=10,7
Vom Monte Somma s=3,642 Cossa; v=10,99

Der natürliche Periklas enthält 4 bis 6% Eisenoxydul, wodurch sich seine Dichtigkeit etwas erhöht.

3. Spinell = Mg O, $Al_2 O_3$; m = 142,8 Regulär.

Die beobachteten Dichtigkeiten des Spinells stimmen nicht scharf überein, da der gewöhnliche, der Zeylanit, statt der Magnesia einen Theil Eisenoxydul, der Chlorospinell (G. Rose) statt der Thonerde einen Theil Eisenoxyd enthält. Die meisten Spinelle enthalten auch ein oder mehr Procente Kieselsäure.

Von Slatoust s = 3,721 v. Kokscharow; v = 38,4
Gewöhnl. Spinell hat s = 3,77 bis 3,80 G. Rose;
v = 37,9 bis 37,6 (P. A. 50. 652)
Chlorospinell vom Ural i. M. S = 3,593 G. Rose; v = 39,7

Im Mittel für beide Sorten nach G. Rose; v = 38,7.

Für einen Spinell von Ramos in Mexico giebt Rammelsberg die Formel 3 $\dot{Mg}\dddot{Al} + \dot{Fe}\dddot{Al}$. Hiefür ist m = 603,2. Nach Burkart ist s = 38,65; also v = 156,1. Auf $\dot{R}\dddot{Al}$ bezogen ergiebt sich hieraus v = 39,0.

4. Die reinste Varietät des Augits, der Diopsid, hat die Zusammensetzung $\dot{Mg}\ddot{Si} + \dot{Ca}\ddot{Si}$; m = 21,6.

Aus Gulsjö, Wermland s = 3,249 Rommelsberg; v = 66,5; sehr rein.
Smaragdgrüner s = 3,28 Damour; v = 65,9

Von Ala, Piemont, nur stellenweise grün gefärbter, vollkommen klarer Diopsid gab s = 3,249 Schröder: v = 66,5
Vom Zillerthal, schwach grün; s = 3,289 Schröder; v = 65,7
Von Ottawa, Canada; s = 3,265 Hunt; v = 66,2
Von High Falls, Canada s = 3,274 Hunt; v = 66,0

5. Der Magnesia-Chrysolith oder Olivin = $Mg_2 O_2$, SiO_2; m = 140 ist meist eisenhaltig, wodurch sich seine Dichtigkeit etwas zu gross, sein Volum wohl etwas zu klein ergiebt.

Die reinsten untersuchten Sorten haben ergeben:

a. Weisser Olivin vom Monte Somma; s=3,243 Rammelsberg; v=43,2 (P. A. 109. 568) enthält 2,33% FeO

b. Wasserheller Chrysolith aus der Eifel (1% FeO enthaltend)

s=3,227 Tschermack; v=43,4

c. Aus dem Serpentin von Snarum, Norwegen (P. A. 148. 330)

s=3,22 Helland; v=43,5

d. Von Webster, Nordcarolina, über 7% FeO enthaltend

s=3,252 Genth; v=43,3

e. Frischer Olivin aus dem Basalt von Unkel bei Oberwinter

s=3,19 Jung; v=43,9

f. Vom Hekla, s=3,226 Genth; v=43,4 (etwa 7% FeO enthaltend)

g) Von Bolton, Massachusetts, sehr rein etwa 1,5% FeO enthaltend

s=3,21 Brush; v=43,6.

Nimmt man Rücksicht auf den Eisengehalt nach den resp. Analysen und berechnet nach Abzug des bekannten Volum's des Eisenchrysoliths das sich für den reinen Magnesiachrysolith ergebende, so fällt dieses etwas grösser aus =43,8 etwa; so dass man in runder Zahl wohl 44,0 für den Olivin angenähert erwähnen darf.

6. Dem Humit kommt nach G. v. Rath die Formel zu

$$Mg_5\,O_5, Si_2\,O_4;\ m=320;$$

worin geringe, aber wechselnde Mengen von O durch Fluor, und etwas Magnesia durch Eisenoxydul vertreten sind. In den Vesuvischen Humiten fand G. v. Rath (P. A. 147. 258) etwa 40 Atome Silicat auf 1 Atom Fluorid; in den Schwedischen 20 Atome Silicat auf 1 Atom Fluorid. Auf das beobachtete Volum hat dieser geringe Fluorgehalt keinen mit Sicherheit messbaren Einfluss.

Der Humit kommt seiner Krystallform nach in 3erlei

Typen vor. Für den 3. Typus bemerkt G. v. Rath, dass sowohl Rammelsbergs als seine Analysen für denselben einen etwas grösseren Kieselgehalt ergeben haben; so dass hiedurch angedeutet sein könne, dass die Mischung nicht absolut identisch ist. Vom wechselnden Fluorgehalt hängt seinen Analysen zu Folge die Verschiedenheit der Typen nicht ab.

Für Typus I. ist beob.

s = 3,234 Scacchi; v = 98,9
s = 3,216 Rammelsberg; v = 99,5
s = 3,208 G. v. Rath; v = 99,7

Für Typus II. ist beob.:

Vom Vesuv: s = 3,177 Scacchi; v = 100,7
„ „ s = 3,190 Rammelsberg; v = 100,3
„ „ s = 3,125 G. v. Rath; v = 102,4
Von Schweden s = 3,057 G. v. Rath; v = 104,7

J. M. v = 102,0 und ohne den Schwedischen v = 101,4.

§ 14. Der Kalkthonerdegranat ist

$3\,(CaO, SiO_2) + Al_2O_3$; m = 450,8.

a. Er ist sehr rein von Hunt beobachtet. Der grünlich weisse Granatfels von Orford, Canada, enthält nur 1,6% Fe_2O_3 und Mn_2O_3 und 0,49 Mg. O.

s = 3,52 bis 3,53 Hunt; v = 127,7 bis 128,1

b. Granat von Rancho De San Juan in Mexico ist ebenfalls nach Damour sehr reiner Kalkthonerdegranat, nur 1,36% Fe_2O_3; 0,96% MnO und 0,67% MgO enthaltend.

s = 3,57 Damour; v = 127,0

7. Magnesiathonerdegranat = $3\,(MgO, SiO_2) + Al_2O_3$; m = 402,8.

Die Granate der Serpentine sind nach Delesse diese Verbindung.

s = 3,15 Delesse; v = 127,9.

Hieraus ergiebt sich, dass Kalkthonerdegranat und Magnesiathonerdegranat, und folgweise das Kalksilicat und das Magnesiasilicat im Granat isoster sind.

§ 15. Ich habe schon erwähnt, dass die Steren der Elemente zwischen den Zahlen 5,0 und 6,1 eingeschlossen scheinen, und dass namentlich die zahlreichen Verbindungen der Metalle der Magnesiumreihe vielfach, wenn nicht völlig doch nahe die gleiche Stere nachweisen $\overline{5{,}49}$ bis $\overline{5{,}52}$, in runder Zahl $\overline{5{,}5}$ etwa.

Wird diess auf das Magnesiummetall angewendet, welches = 13,7 bis 13,8 beobachtet ist, so ergiebt sich sofort, dass 2 Atome desselben eine ganze Sterenzahl ausmachen, denn $2 \times \underline{13{,}7}$ bis $2 \times \underline{13{,}8} = 27{,}4$ bis $27{,}6 = 5 \times \overline{5{,}48}$ bis $5 \times \overline{5{,}52}$

Es ist daher die V. M. des Magnesiums

$$\overline{Mg}^5_2 = 5 \times \overline{5{,}5} = 27{,}5 = 2 \times \underline{13{,}75} \text{ wie beob.}$$

§ 16. Da der Sauerstoff in den Oxyden in der Regel das Volum 5 bis 6 einnimmt, so ergiebt sich hiemit für den Periklas und die geglühte Magnesia die einfache V. M.

$$\overline{Mg}^1_1 O^1_1 = 2 \times \overline{5{,}48} \text{ bis } 2 \times \overline{5{,}52} = \underline{10{,}96} \text{ bis } \underline{11{,}04} \text{ wie beob.}$$

§ 17. Zieht man von dem beob. Volum des Magnesiachrysoliths oder Olivins = 43,8 das beobachtete Volum des Periklases doppelt genommen ab, so bleibt für die Kieselsäure genau das gleiche Volum, welches die 2 Atome Periklas einnehmen.

Olivin = $2\,Mg\,O + Si\,O_2$ = 43,8
ab = $2\,Mg\,O$ = $21{,}9 = 2 \times \underline{10{,}96}$ wie beob.
giebt für $Si\,O_2$ den Rest v = 21,9

Ich habe hieraus schon 1873 (Jahrb. d. M. 566) ganz richtig geschlossen, dass im Olivin die Magnesia und die Kieselsäure gleiche Volume einnehmen, und dass der Quarz

im Olivin zwar als solcher, aber mit dem Volummaass des Periklases enthalten sei.

Für den Olivin ergiebt sich hieraus die einfache Vol.-Mol.

$$\overline{Mg}_2^2\, O_2^2\,;\ Si_1^2\, O_2^2 = 8 \times \overline{5,49} = \underline{43,92} \text{ wie beob.}$$

In runder Zahl mit der Stere $\overline{5,5}$ würde sich hieraus das Volum des Silicats Mg O, Si O_2 berechnen zu $3 \times \underline{11,0} = \underline{33,0}$.

§ 18. Für den **Diopsid** = Mg O, Si O_2 + Ca O, Si O_2, dessen Volum in runder Zahl = 66,0 beobachtet ist, legt sich nun fofort die Auffassung nahe, dass in demselben die beiden Verbinduugen Mg O, Si O_2 und Ca O, Si O_2 **gleiche** Volume, und zwar das Volum 33,0 jede einnehmen, wie es sich aus dem Chrysolith ergeben hat; dass also im Diopsid der Kalk und die Magnesia, wie in so manchen anderen Fällen gleiche Volume einnehmen. Schon im Jahrb d. Min. 1873. S. 564 und 65 habe ich dargelegt, dass sich **Augit** und **Hornblende** durch die Vol. Const. der darin enthaltenen **Kalkerde** unterscheiden. Während die **Hornblende** den Kalk als solchen und das Kalksilikat als Wollastonit enthält, ist der Kalk im **Augit** mit der Vol. Const. des Periklases enthalten. Es stimmt diess auch mit dem krystallographischen und optischen Verhalten überein; denn für die Constitution der echten monoklinometrischen Pyroxene (Augite) ist nach Descloizeaux ein gewisser grösserer Kalkgehalt von 10 bis 14% nothwendig; wo er fehlt, ist die Krystallform niemals die des Augits.

Es ergiebt sich hienach unmittelbar die Vol. Const. und Vol. Mol. des **Diopsids** als

$$\overline{Mg}_1^1\, O_1^1,\ Si_1^2\, O_2^2 + \overline{Ca}_1^1\, O_1^1,\ Si_1^2\, O_2^2 = 12 \times \overline{5,49} \text{ bis } 12 \times \overline{5,50}$$
$$= \underline{65,88} \text{ bis } \underline{66,0} \text{ wie beob.}$$

§ 19. Die ganz entsprechende Vol. Const. ist zu

entnehmen für den 1. Typus des H u m i t s = $Mg_5\,O_5, Si_2\,O_4$, dessen Vol. zu 99 in runder Zahl beobachtet ist.

Ist die Magnesia darin als Periklas mit dem Vol. 11,0 in runder Zahl, und die Kieselsäure als Quarz mit der Magnesiumstere und dem Vol. 22,0 enthalten, so ergiebt sich unmittelbar für die 5 Atome Magnesia das Volum $5 \times 11 = 55$ und für die 2 Atome Quarz das Volum $2 \times 22 = 44$, zusammen 99 wie beob.

Die Vol. Mol. des 1. Typus Humit ist hiernach

$$\overline{Mg_5^5}\,O_5^5, Si_2^4\,O_4^4 = 18 \times \overline{5{,}49} \text{ bis } 18 \times \overline{5{,}52} = \underline{98{,}82} \text{ bis } \underline{99{,}06}$$
wie beob.

§ 20. Für den 2. Typus des Humits stimmen die beobachteten Volume noch nicht genügend überein, um einen sicheren Schluss zu gestatten. Das m i t t l e r e für den 2. Typus beobachtete Volum 102,0 und ohne den Schwedischen = 101,4 würde sich entsprechend ergeben, wenn im 2. Typus die S i l i c i u m s t e r e die bestimmende wäre; denn hiemit würde sich berechnen:

$$Mg_5^5\,O_5^5, \overline{Si_2^4}\,O_4^4 = 18 \times \overline{5{,}65} = \underline{101{,}70}, \text{ wie i. M. beob.}$$

Wenn nun auch diese Auffassung nur mit grosser Reserve vorgelegt werden kann, so ist sie doch ihrer Einfachheit wegen fernerer Beachtung werth.

§ 21. Auch für den S p i n e l l und den K a l k t h o n e r d e- und M a g n e s i a t h o n e r d e - G r a n a t ergiebt sich das b e o b a c h t e t e Volum, wenn im Spinell die Magnesia als Periklas, im Granat das K a l k s i l i c a t und M a g n e s i a s i l i c a t wie im A u g i t und O l i v i n, die T h o n e r d e aber im Spinell und Granat als K o r u n d, mit der Stere des M a g n e s i u m s und C a l c i u m s erkannt wird.

Vol. Mol. und Vol. Const. dieser Granate ergeben sich hiernach als

$$3\,(\overline{Ca}_1^{\,}O_1^1, Si_1^2O_2^2) + Al_2^2O_3^2 = 23 \times (\overline{5{,}49} \text{ bis } \overline{5{,}52})$$
$$= \underline{126{,}27} \text{ bis } \underline{126{,}46}$$

$$3\,(\overline{Mg}_1^1O_1^1, Si_1^2O_2^2) + Al_2^2O_3^2 = \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.$$

In Uebereinstimmung hiemit ist beobachtet $v = 127$.

Die Vol. Mol. des Spinells ergiebt sich:

$$\overline{Mg}_1^1O_1^1, Al_2^2O_3^2 = 7 \times (\overline{5{,}49} \text{ bis } \overline{5{,}52}) = \underline{38{,}43} \text{ bis } \underline{38{,}64}$$

wie beob.

§ 22. Ich stelle hier nochmals die Verbindungen des Magnesiums zusammen, welche die Magnesia und den Kalk mit der Vol. Const. des Periklases, die Kieselsäure mit der des Quarzes, die Thonerde als Korund, aber alle mit dem Volummaass oder der Stere der Magnesia enthalten.

Ihre Volummolekel haben sich ergeben:

1. Periklas $= \overline{Mg}_1^1O_1^1$
2. Spinell $= \overline{Mg}_1^1O_1^1, Al_2^2O_3^2$
3. Olivin $= \overline{Mg}_2^2O_2^2, Si_1^2O_2^2$
4. Diopsid $= \overline{Mg}_1^1O_1^1, Si_1^2O_2^2 + \overline{Ca}_1^1O_1^1, Si_1^2O_2^2$
5. Humit, 1. Typus, $= \overline{Mg}_5^5O_5^5, Si_2^4O_4^4$
6. Kalkthonerdegranat $= 3\,(\overline{Ca}_1^1O_1^1, Si_1^2O_2^2) + Al_2^2O_3^2$
7. Magnesiathonerdegranat $= 3\,(\overline{Mg}_1^1O_1^1, Si_1^2O_2^2) + Al_2^2O_3^2$

Diese sämmtlichen Volume lasssen sich daher nach dem Sterengesetz in einfachster Weise und in genauer Uebereinstimmung mit der Beobachtung auf die für die Componenten selbst beobachteten Volume zurückführen.

Die Vol. Const. von 1—4 und 6 u. 7 hatte ich, wie erwähnt, schon 1873 und 1874 in der Hauptsache richtig aufgefasst; auch die Uebereinstimmung des Volummaasses schon theilweise wahrgenommen. Ich hatte damals jedoch die in einem der Elemente, hier im Magnesium und Cal-

cium liegende assimilirende Kraft als Ursache der gemeinsamen Stere noch nicht erkannt.

§ 23. Auch die Härte entspricht in dieser Gruppe der gegebenen Auffassung.

Diese ist für Periklas = 6; für Quarz = 7; für Korund = 9.

Für Spinell = 8 liegt sie der Vol. Const. entsprechend zwischen Periklas und Korund.

Für Granat = 6,5 bis 7,5 liegt sie der Vol. Const. entsprechend zwischen Periklas, Quarz und Korund.

Für Olivin = 6,5 bis 7 liegt sie der Vol. Const. entsprechend zwischen Periklas und Quarz.

Für Humit = 6,5 liegt sie der Vol. Const. entsprechend zwischen Periklas und Quarz.

Schlussbemerkung.

1. Möge es mir gestattet sein, auch das weitere Ziel näher zu bezeichnen, nach welchem alle einfachen Volumbeziehungen convergiren, auf welches sie alle hindeuten.

Es ist das allgemeine Volumgesetz, nach welchem sich die Körper nur verbinden im Verhältniss vielfacher Werthe mit ganzen Zahlen von gleichen Volumen; oder kürzer ausgedrückt:

A. Die Körper verbinden sich nur nach ganzen Volumen, nach ganzen Steren; wie sie sich nur nach ganzen Atomen verbinden.

B. Die Volume verschiedener Körper stehen in einfachen Verhältnissen:

Von Gasen bei gleichem Druck und gleicher Temperatur.

Von Flüssigkeiten bei gleicher Spannkraft ihrer Dämpfe.

Von festen Körpern bei gleicher Stere der assimilirenden Elemente.

2. Mit dem nunmehr viel leichter gemachten Fortschritt dieser Untersuchungen werden sich voraussichtlich bald noch weitere Beziehungen der Volumconstitution zur Krystallform und zu anderen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Körper herausstellen, bei deren Berücksichtigung sodann die Unbestimmtheit mehr und mehr schwindet, welche von vornherein diese Untersuchungen so überaus schwierig und undankbar hat erscheinen lassen, dass sie von den meisten Forschern hoffnungslos bei Seite gelegt wurden.

3. Man wird vielleicht Anfangs geneigt sein, nur einige Regelmässigkeiten in den Volumbeziehungen fester Körper, welche ich nachweise, anzuerkennen. Ich denke jedoch nach und nach so viele ebenso einfache und schöne Beziehungen, wie die hier mitgetheilten vorlegen zu können, dass schliesslich auch der allgemeine Sinn dieser Beziehungen völlig klar werden muss.

4. Möge indess dass Volumgesetz und das Sterengesetz immerhin vorerst nur als eine theoretische Hypothese betrachtet werden. Da man sich von einer theoretischen Auffassung, von einer Hypothese, bei jeder methodischen Forschung muss leiten lassen, um angemessene und systematische Fragen an das Experiment, nud durch dasselbe an die Natur zu stellen, so kann diese Hypothese in Ermangelung jeder anderen der Wissenschaft nur förderlich sein.

Karlruhe den 22. November 1877.

Sitzung vom 1. Dezember 1877.

Herr Erlenmeyer spricht:

1) Ueber Hydroxysäuren.

a) Dihydroxypropionsäure, Di- und Monohydroxybernsteinsäure.

Bei der weiteren Verfolgung meiner Untersuchung über Hydroxysäuren habe ich auch einige complicirter zusammengesetzte Verbindungen wie Glycerinsäure, Weinsäure und Aepfelsäure der Einwirkung verdünnter Schwefelsäure bei 130° ausgesetzt. Es zeigte sich zunächst, dass aus den drei genannten Säuren ebenfalls Ameisensäure abgespalten wird. Die Untersuchung der neben dieser auftretenden Körper ist noch nicht beendet; sie ist sehr erschwert, weil, wie es scheint, die anfangs entstandenen aldehydischen Spaltungsprodukte zum Theil Condensation erfahren.

Ganz besonders interessant ist das Verhalten der Aepfelsäure. Da dieselbe von der einen Seite betrachtet, als α Hydroxysäure von der anderen als β Hydroxysäure erscheint, so konnte man vermuthen, dass sie sich zum Theil als α- zum Theil als β-Säure spalten würde.

Nach dem Erkalten der Röhren, in wolchen die Aepfelsäure mehrere Stunden mit verdünnter Schwefelsäure ($1\,SO_4H_2$: 3 Wasser) auf 130° erhitzt wurde, zeigt sich zunächst ein sehr erheblicher krystallinischer Niederschlag

in der Flüssigkeit, der sich als reine Fumarsäure erwies. Beim Oeffnen der Röhren entweicht unter mässigem Druck CO_2 und die Flüssigkeit enthält (neben noch unveränderter Aepfelsäure) Aethylaldehyd und Ameisensäure. Wenn man die neugebildeten Körper entfernt und die klare Flüssigkeit wieder erhitzt, so bilden sich von neuem dieselben Produkte, aber nach Schätzung in grösster Menge die Fumarsäure. Es ist bis jetzt nicht gelungen, Milchsäure, welche man als Vorläufer der Ameisensäure und des Aethylaldehyds vermuthen könnte, mit Sicherheit nachzuweisen.

Das Auftreten von CO_2 veranlasste mich zu versuchen, ob dieselbe nicht aus der Fumarsäure abgespalten werde, da wie ich früher beobachtete, die analog zusammengesetzte Zimmtsäure leicht eine solche Veränderung erleidet. Es zeigte sich, dass die Fumarsäure in der That unter Bildung von Kohlendioxyd zersetzt wird, dass nebenbei aber merkwürdiger Weise auch Ameisensäure, etwas Kohlenmonoxyd und Aethylaldehyd entstehen. (Von letzterem scheint ein Theil in Crotonaldehyd verwandelt zu werden). Ja es ist hier sogar möglich gewesen eine geringe Menge eines Zinksalzes zu gewinnen, das in der Form des gährungsmilchsauren Zinks krystallisirte.

Es entsteht nun die Frage, ob die Fumarsäure unter (scheinbar denselben) Bedingungen, unter welchen sie aus Aepfelsäure entsteht, auch wieder in dieselbe übergehen kann, oder ob das neben CO_2 aus ihr entstehende Spaltungsproduct, die Acrylsäure, in s a u r e r Flüssigkeit sich mit Wasserbestandtheilen zu gewöhnlicher Milchsäure zu verbinden im Stande ist, die dann ihrerseits in Aethylaldehyd und Ameisensäure gespalten wird. Mit der experimentellen Entscheidung dieser Frage bin ich beschäftigt.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass auch W e i t h Berl. Ber. 10. 1744. Aepfelsäure mit verdünnter Schwefelsäure erhitzt hat. „Unter totaler Zersetzung der Aepfelsäure

entstanden Kohlensäure, Kohlenoxyd und Aldehyd." Die Aepfelsäure war in verdünnter Schwefelsäure gelöst und die Lösung bis zur Siedetemperatur 135° eingekocht worden. Dann wurde sie noch bis zur Beendigung der Gasentwicklung am aufsteigenden Kühler gekocht. Es geht hieraus hervor, dass Weith viel concentrirtere Schwefelsäure einwirken liess als ich und desshalb weder die Bildung von Fumarsäure noch die von Ameisensäure beobachten konnte.

b) *Monohydroxypropionsäuren.*

Ueberführung der Paramilchsäure in Gährungsmilchsäure.

Strecker hat Fleischmilchsäure durch Erhitzen auf 130—140° in Anhydrid verwandelt und aus diesem durch längeres Kochen mit Wasser Gährungsmilchsäure erhalten. Wislicenus hat diesen Versuch mit reiner Paramilchsäure wiederholt und die Angabe von Strecker bestätigt gefunden. Da nun die Paramilchsäure ganz andere Salze bildet, wie die Gährungsmilchsäure, hielt ich es für interessant, die aus beiden Säuren zu erhaltenden Chlorpropionsäurester mit einander zu vergleichen. Es ergab sich, dass die beiden in ganz gleicher Weise dargestellten Ester denselben Geruch, denselben Siedepunkt und dasselbe specifische Gewicht besassen. Danach war schon zu vermuthen, dass beide durch Verseifung und Substitution des Chlors durch Hydroxyl[1]) — zur gewöhnlichen Milchsäure führen würden. Diese Vermuthung hat sich dann auch bestätigt. Alle Krystallisationen des dargestellten Zinksalzes zeigten die Form, Löslichkeit und den Krystallwassergehalt des gährungsmilchsauren Zinks. Es geht hieraus hervor, dass durch Ersetzung des Hydroxyls in der Paramilchsäure durch Chlor die von Wis-

1) Diese zwei Reactionen liessen sich in einer Operation durch Erhitzen mit Wasser bewerkstelligen.

licenus angenommene geometrische Isomerie verschwindet und auch nicht wieder zum Vorschein kommt, wenn das Chlor wieder durch Hydroxyl substituirt wird.

Versuche zur Darstellung der Wislicenus'schen Aethylenmilchsäure.

Wie ich schon früher mittheilte war mir die Gewinnung des aethylenmilchsauren Zinks nach Wislicenus aus Fleischmilchsäure nicht gelungen. Die damals verwendete Fleischmilchsäure war nach der Methode von Liebig dargestellt. Nachdem nun Wislicenus eine von der Liebig'schen abweichende kürzere Methode bekannt gemacht hatte, bediente ich mich auch noch dieser, indem ich mit peinlicher Gewissenhaftigkeit den Angaben von Wislicenus folgte. Ich erhielt denn auch bei der Fällung des Zinksalzes mit Alkohol in der That eine alkoholische Mutterlauge, die beim Eindampfen eine geringe Menge einer amorphen Masse hinterliess. Diese besass aber einen so entschiedenen Fleischextractgeruch, dass ich sie sofort auf Stickstoff prüfte. Schon beim Erhitzen einer Spur der amorphen Masse auf dem Platinspatel entwickelten sich Dämpfe, die ein darüber gehaltenes Curcumapapier sofort stark braun färbten. Als diese Masse einige Zeit in einem mit Filtrirpapier bedeckten Gefäss an der Luft gestanden hatte, war sie feucht geworden und es hatten sich Krystallwarzen abgeschieden, die sich nachdem die gelbe Mutterlauge mit Alkohol davon entfernt worden war, als gährungsmilchsaures Zink erwiesen. Die Mutterlauge wieder verdampft und an der Luft stehen gelassen, zeigte dieselben Erscheinungen und so noch mehrmals, bis zuletzt eine sehr geringe Menge einer amorphen sehr stickstoffreichen Masse übrig blieb, die aber noch zinkhaltig war. Drei Jahre nachdem ich

diesen Versuch ausgeführt hatte, theilte Klimenko Berl. Ber. 9. 1604 mit, dass er ebenso wie ich das in Alkohol leicht lösliche Zinksalz von Wislicenus aus der Fleischmilchsäure nicht erhalten habe.

Da Klimenko nicht angegeben hat, ob die zu seinem Versuch verwendete Fleischmilchsäure nach Liebig's oder nach Wislicenus' Methode dargestellt war, so entschloss ich mich noch einmal Fleischmilchsäure nach beiden Methoden aus demselben Fleischextract zu bereiten und beide Producte neben einander in Zinksalze zu verwandeln und diese in der Weise zu behandeln wie es Wislicenus angiebt. Das Resultat war dasselbe wie ich es früher erhalten. Das fleischmilchsaure Zink nach Liebig krystallisirte bis auf den letzten Tropfen, das nach Wislicenus verhielt sich genau so wie ich es oben beschrieben habe.

Mittlerweile hat Linnemann angegeben, dass acrylsaures Natron mit einer wässerigen Lösung von Natronhydrat bei 100° in hydracrylsaures und äthylenmilchsaures Natron, ungefähr zu gleichen Theilen, umgewandelt würde. Auch diesen Versuch habe ich — in Gemeinschaft mit Herrn F. Fischer — ausgeführt, um endlich einmal die Aethylenmilchsäure kennen zu lernen. Diess war mir aber immer noch nicht vergönnt: Wir erhielten neben unveränderter Acrylsäure nur Hydracrylsäure, deren Natronsalz bei 143° schmolz. Da Linnemann nicht genau angiebt, wie er seinen Versuch ausgeführt hat, so ist es möglich, dass wir unter anderen Bedingungen arbeiteten wie er, und nur desshalb ein anderes Resultat bekamen.

Auch aus den Mutterlaugen der β Jodpropionsäure, deren uns freilich nicht sehr grosse Quantitäten zu Gebote standen, konnten wir nach den Angaben von Wislicenus Berl. Ber. 9. 1208 bisher keine andere Aethylenmilchsäure, als Hydracrylsäure gewinnen. Doch sollen diese Versuche

wiederholt werden, sobald uns eine grössere Menge von Jodpropionsäuremutterlauge zur Verfügung steht[2]).

Was zuletzt die Bildung der Wislicenus'schen Aethylenmilchsäure aus Aethylencyanhydrin anbelangt, so wurde hier schon vor zwei Jahren (vgl. Inauguraldissertation von Adolf Kaysser München 1875 S. 34) nachgewiesen, dass man beim Kochen von Aethylencyanhydrin mit Salzsäure keine andere Aethylenmilchsäure, als Hydracrylsäure erhält. Daraufhin hat Wislicenus Berl. Ber. 8. 1207. seine Aethylenmilchsäure aus Aethylencyanhydrin einer nochmaligen Untersuchung unterworfen und darin auch Hydracrylsäure gefunden, die Hauptmasse scheint aber wie früher Aethylenmilchsäure gewesen zu sein.

Da nun Wislicenus das Aethylencyanhydrin nicht mit Salzsäure, sondern mit Alkalihydrat[3]) zersetzte, so hielt ich es für angemessen, auch einen Versuch in dieser Art auszuführen. Vollkommen reines Aethylencyanhydrin wurde allmälig mit einer Lösung von Natronhydrat, aus Natrium bereitet, zu-

---

2) Ich will bei dieser Gelegenheit erwähnen, dass es uns gelungen ist, aus der Glycerinsäure regelmässig 89 bis 90 Proc. der theoretischen Menge an β Jodpropionsäure zu erzielen, während Mulder Berl. Ber. 9. 1908 angiebt, dass er die Hälfte der theoretischen Menge erhalten habe und dazu bemerkt: „Mehr wird man in Folge vieler Nebenreactionen, die nicht zu vermeiden sind, wohl nicht erhalten können." Wir bringen Glycerinsäure und Jodphosphor in dem von Beilstein vorgeschriebenen Verhältniss direct zusammen; nach kurzer Zeit beginnt eine sehr heftige Reaction, nach deren Verlauf eine dunkelbraune syrupförmige Flüssigkeit entstanden ist. Manchmal tritt nach einigen Minuten eine zweite weniger heftige Reaction ein, deren Resultat eine hellgelbe Flüssigkeit ist. Sollte diese zweite Reaction nicht von selbst eintreten, so muss sie durch Erhitzen hervorgerufen werden. Die nach dem Erkalten krystallisirte Masse wird durch Auskochen mit Petroleumäther oder Schwefelkohlenstoff erschöpft. Man erhält sogleich reine Säure, die manchmal höchstens etwas gelblich gefärbt ist.

3) vgl. Liebigs Annalen 128. 6.

sammengebracht und bis zum Aufhören der Ammoniakbildung erhitzt. Das erhaltene Produkt wurde mit Schwefelsäure neutralisirt, eingedampft und der Rückstand mit absolutem Alkohol ausgekocht. Das aus dem ersten Auszug erhaltene Salz fing schon bei 120° an zu schmelzen. Es zeigte sich aber, dass ihm eine in kaltem Alkohol lösliche an der Luft zerfliessliche gelblich gefärbte stickstoffhaltige Substanz, die schon bei der Wärme des Wasserbads schmolz, in geringer Menge beigemischt war. Nach Beseitigung derselben zeigte das Natronsalz den von Wislicenus für das hydracrylsaure Natron angegebenen Schmelzpunkt 142 bis 143° und in keinem der alkoholischen Auszüge war ein Salz enthalten, das die Eigenschaften des Natronsalzes der Wislicenus'schen Aethylenmilchsäure besass. Doch will ich nicht unerwähnt lassen, dass in dem Salzrückstand, der an kochenden Alkohol nichts mehr abgab, noch organische Substanz enthalten war, die bis jetzt nicht näher untersucht wurde, die aber keinesfalls das Natronsalz der fraglichen Aethylenmilchsäure sein kann, weil dieses nach Wislicenus in Alkohol leicht löslich ist. Da ich keinen Grund hatte, in die Richtigkeit der Beobachtungen eines so hervorragenden Forschers wie Wislicenus irgend welchen Zweifel zu setzen, so habe ich mir alle erdenkliche Mühe gegeben, die zweite resp. die eigentliche Aethylenmilchsäure, welche sich in ihren Salzen sowie in ihrem Verhalten zu Jodwasserstoff und zu Oxydationsmitteln so wesentlich von der Hydracrylsäure unterscheidet, nach den Angaben von Wislicenus wie nach der von Linnemann darzustellen, um sie näher kennen zu lernen, aber es ist mir bis jetzt leider nicht geglückt. Die Frage, ob neben der Hydracrylsäure noch eine andere Aethylenmilchsäure existirt, ist aber wissenschaftlich so interessant und wichtig, dass ich es noch nicht aufgeben werde, auf dieselbe zu fahnden, wenn ich auch nicht leugnen kann, dass mein Glaube an deren Exi-

stenz durch meine seitherigen Erfahrungen erheblich erschüttert worden ist.

2) Ueber das Verhalten des acrylsauren Natrons gegen wässerige und schmelzende alkalische Basen.

Redtenbacher sagt in seiner Abhandlung „Ueber die Zersetzungsproducte des Glyceryloxyds durch trockne Destillation" Liebigs Annalen 47. 135 bei Besprechung der Acrylsäure: „Gegen Basen verhält sie sich wie Essigsäure und Ameisensäure, bei langer Behandlung mit alkalischen Basen erhält man zuletzt essigsaure Salze." Ausser dieser Beobachtung hat Redtenbacher in der ganzen Abhandlung keine andere über das Verhalten der Acrylsäure zu den Alkalien angeführt, aber trotzdem werden ihm noch zwei andere zugeschrieben. So sagt Linnemann Berl. Ber. 6. 1530. „Nach R. wird die Acrylsäure bei längerem Stehen mit wässerigen Alkalien durch den Sauerstoff der Luft zu Essigsäure und Ameisensäure oxydirt. Ferner meint Linnemann, wie aus seinen Bemerkungen Berl. Ber. 10. 1121 und 22 unzweideutig hervorgeht, Redtenbacher habe Acrylsäure mit Kalihydrat geschmolzen und dabei Essigsäure und Ameisensäure erhalten. (Siehe unten S. 232.)

Wer den Versuch ausgeführt hat, auf welchen sich die in allen Lehrbüchern enthaltene Angabe gründet, die Acrylsäure werde durch schmelzendes Kali in Essigsäure und Ameisensäure verwandelt, habe ich nicht ausfindig machen können. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich sage, diese Angabe verdankt ihre Entstehung einem Analogieschluss, nicht aber einem Experiment, das man mit Acrylsäure ausgeführt hat. Aber trotzdem hat sie jeder Chemiker für richtig gehalten, ehe Linnemann Berl. Ber. 6. 1531 den Ausspruch that:

„Die seit Decennien in allen Lehrbüchern figurirende Gleichung

$$\underbrace{C_3H_4O_2}_{\text{Acrylsäure}} + 2\,H_2O = H_2 + \underbrace{C_2H_4O_2}_{\text{Essigsäure}} + \underbrace{CH_2O_2}_{\text{Ameisensäure}}$$

ist demnach thatsächlich „grundfalsch.“

Linnemann gründet seinen negirenden Ausspruch auf ein Experiment, das er a. a. O. wie folgt beschreibt:

„Als ich in 15 grm. eben geschmolzenen Kalihydrats unter Umrühren rasch 3 grm. acrylsaures Natron eintrug, fand starke Verkohlung und Gasentwicklung statt; in der Schmelze war aber auch keine Spur einer flüchtigen Säure vorhanden.“

Da ich mir nicht denken konnte, dass sich die Acrylsäure von der methylirten Acrylsäure, der Crotonsäure Kekulé's so ganz verschieden verhalten sollte, habe ich in Gemeinschaft mit Herrn Fischer auch einen Schmelzversuch von acrylsaurem Natron mit Kalihydrat vorgenommen. Es wurde dabei freilich nicht ganz nach der Angabe von Linnemann verfahren. Das acrylsaure Natron wurde mit dem 5 fachen Gewicht Kalihydrat in der grade hinreichenden Menge Wasser gelöst, die Lösung im Silbertiegel verdampft und dann geschmolzen, bis die Masse anfing gelblich zu werden. Wir erhielten dann bei der Verarbeitung der Schmelze in der üblichen Weise sowohl Essigsäure, als auch Ameisensäure. In gleicher Art wurde der Versuch zweimal wiederholt und führte jedesmal zu demselben Resultate. Diese Beobachtung veranlasste mich zu dem Schluss, dass die Angabe von Linnemann nicht richtig sei. Nachdem ich diess in einer Anmerkung Berl. Ber. ausgesprochen hatte, erschien Berl. Ber. 10. 1121 folgende Notiz von Linnemann über das „Verhalten des acrylsauren Natrons gegen schmelzende Alkalien.“

„Im Jahre 1873 habe ich die Beobachtung gemacht[4]), dass das acrylsaure Natron entgegen den Beobachtungen von Redtenbacher, weder beim Stehen, noch beim Einkochen mit wässerigen Lösungen von Aetzkali, noch beim Schmelzen mit Kalihydrat „Essigsäure und Ameisensäure" liefert. Im letzteren Falle sah ich das acrylsaure Natron beim Eintragen in das geschmolzene Kalihydrat verkohlen.

Als ich später fand, dass das Reactionsprodukt des acrylsauren Natrons mit erwärmter Natronlauge „hydracrylsaures und äthylenmilchsaures Natron" sei[5]), musste ich mir gestehen, dass angesichts der Beobachtung von Wislicenus[6]), nach welcher Hydracrylsäure beim Schmelzen mit Kali vorwiegend Essigsäure und Ameisensäure liefert, die Angabe Redtenbacher's ganz richtig sein konnte, insofern es nur von den näheren Umständen, unter welchen acrylsaures Natron und Natronhydrat geschmolzen werden, abhängen muss, einmal Essigsäure und Ameisensäure zu erhalten, das anderemal nicht.

Ist das Kalihydrat noch so wasserhaltig, dass dessen Schmelztemperatur unter der Zersetzungstemperatur des acrylsauren Natrons liegt, so kann sich das acrylsaure Natron unter diesen Umständen vielleicht rasch in hydracrylsaures Salz umwandeln, und dieses dann beim weiteren Einschmelzen Essigsäure und Ameisensäure liefern; ist das Kalihydrat dagegen wasserarm, und liegt sein Schmelzpunkt über der Zersetzungstemperatur des acrylsauren Natron, dann wird das letztere beim Eintragen in das geschmolzene Alkali verkohlen und keine Essigsäure und Ameisensäure liefern, wie ich es eben beobachtete. Aus Redtenbacher's Angaben(?) ist nicht ersichtlich, wie er seinen Versuch angestellt

---

4) Berl. Berichte VI, 1530.
5) Berl. Berichte VIII, 1096.
6) Annal. d. Ch. u. Ph. CLXVI. 1. S. 32.

hat. Hätte er gar vor dem Schmelzen wässerige Lösungen von acrysaurem Salz und Alkalien vermischt, eingedampft und hierauf geschmolzen, dann hätte er sicher Essigsäure und Ameisensäure erhalten müssen.

Vor Kurzem nun hat E. Erlenmeyer in einer Anmerkung[7]) mitgetheilt, meine Angabe über das Verhalten des acrylsauren Natrons gegen schmelzendes Kali sei „nicht richtig", da nach Versuchen von ihm und Fischer acrylsaures Natron und Kalihydrat ohne Verkohlung zusammenschmelzen und hierbei Essigsäure und Ameisensäure entstehen.

Ich halte meine Angabe vollkommen aufrecht und will mit dem Vorliegenden nur andeuten, wie sich der Widerspruch zwischen meinen und Erlenmeyer's Angaben selbst für den Fall erklären lassen wird, dass wir beide identische Acrylsäuren unter Händen hatten.

Ich möchte desshalb dem „nicht richtig" Erlenmeyer's einstweilen ein „wohl Beides richtig" gegenüberstellen. Der Versuch kann ja hier leicht Aufklärung verschaffen." —

Es wäre hiernach unsere nächste Aufgabe gewesen zu ermitteln, ob sich unter den Umständen, welche dem Schmelzprocess bei unseren Versuchen vorausgingen, Hydracrylsäure gebildet haben konnte, aber ich sah den Grund nicht ein, warum diese Säure leichter durch schmelzendes Kali in Essigsäure und Ameisensäure zersetzt werden solle, als die Acrylsäure. Wir wendeten uns desshalb direct zu der Ausführung eines Schmelzversuchs genau so wie ihn Linnemann zuerst beschrieben hat. Wir trugen in eben geschmolzenes trocknes Kalihydrat unter Umrühren rasch die entsprechende Menge gepulverten acrylsauren Natrons ein und erhielten einige Zeit im Schmelzen. Es gelang uns dabei nicht, die Verkohlung des acrylsauren Natrons zu beobachten. Die Operation verlief ganz so wie früher, die Schmelze hatte eine gelbliche Farbe angenommen. Es wurde nun etwa die

7) Diese Berichte X, 629.

Hälfte derselben ausgegossen, der Rückstand wieder zum Schmelzen erhitzt und noch 10 Minuten darin erhalten. Die Masse zeigte dann nach dem Erkalten eine schwachgraue Färbung. Beide Producte, das durch kürzere und das durch längere Schmelzdauer erhaltene, lieferten in der üblichen Weise verarbeitet Essigsäure und Ameisensäure so zwar, dass die länger erhitzte Schmelze weniger ergab als die erstere. Als wir nun essigsaures und ameisensaures Natron je für sich mit Kalihydrat so lange wie die letztere Schmelze des acrylsauren Natrons erhitzten und dann wieder auf die resp. Säuren verarbeiteten, ergab sich, wie vorauszusehen war, dass von diesen Säuren ein gewisser Procentsatz verschwunden d. h. in kohlensaures Salz und Sumpfgas resp. Wasserstoff zersetzt worden war.

Aus unseren Versuchen ist zu entnehmen, dass das acrylsaure Natron bei der Schmelztemperatur des trocknen Kalihydrats nicht verkohlt, sondern in essigsaures und ameisensaures Salz gespalten wird, dass aber bei zu langem und wahrscheinlich auch bei kurzem aber zu hohem Erhitzen die neuen Salze weiter in kohlensaure Salze verwandelt werden. Man kann desshalb Linnemann ohne Bedenken zugestehen, dass es nur von den näheren Umständen abhängen muss, einmal Essigsäure und Ameisensäure zu erhalten, das anderemal nicht, und insofern kann man auch meinem „nicht richtig" sein „wohl Beides richtig" gegenüberstellen.

Wir wollten nun doch auch noch sehen, ob sich bei unseren früheren Versuchen wohl Hydracrylsäure gebildet haben konnte. Es wurden desshalb acrylsaures Natron und Kalihydrat in der nöthigen Menge Wasser gelöst und die Lösung eingedampft. In dem Rückstand wurde nun mit verdünnter Schwefelsäure die Acrylsäure freigemacht und die Flüssigkeit unter öfterer Erneuerung des Wassers so lange destillirt, als das Destillat noch sauer reagirte. Die in der Retorte zurückgebliebene Flüssigkeit wurde nun

mehrmals mit Aether ausgeschüttelt, es liess sich aber keine organische Säure gewinnen, es scheint somit keine Hydracrylsäure gebildet worden zu sein. Man muss vielmehr vor der Hand[8]) annehmen, dass auch bei unserem früheren Verfahren der Kalischmelzung Essigsäure und Ameisensäure direct aus Acrylsäure entstanden sind.

Was zuletzt noch die Eingangs erwähnte Angabe Redtenbacher's betrifft, so ist es zwar nicht ganz sicher, aber nach dem, was ihr vorausgeht, doch sehr wahrscheinlich, dass die Behandlung mit wässerigen, nicht mit trocknen alkalischen Basen gemeint ist. Wir haben desshalb acrylsaures Natron mit Natronlauge in einem verschlossenen Silberkolben während 12 Tagen bei einer Temperatur von 30° in Berührung gelassen. Bei der Untersuchung des Gemisches konnten neben der unveränderten Acrylsäure nur Spuren von Essigsäure und Ameisensäure nachgewiesen werden. Wenn wir annehmen, dass Redtenbacher sowohl in dem vorliegenden Fall als auch bei der Untersuchung der Oxydationsproducte der Acrylsäure mit Eisenchlorid und mit Bleioxyd auf Essigsäure geprüft hat, so ist uns sein Irrthum erklärlich; denn wir haben gefunden, dass sich den beiden genannten Reagentien gegenüber die Acrylsäure der Essigsäure ganz gleich verhält. Die Lösungen der acrylsauren Salze werden durch Eisenchlorid dunkelrothbraun gefärbt und beim Behandeln einer Acrylsäurelösung mit überschüssigem Bleioxyd bekommt man eine alkalisch reagirende Flüssigkeit. Die Acrylsäure lässt sich aber von der Essigsäure qualitativ dadurch unterscheiden, dass ihre Salze mit arseniger Säure keine Kakodylreaction geben.

---

8) Ich sage vor der Hand, weil ich nach den Erfahrungen mit der Aepfelsäure die Möglichkeit nicht ausschliessen will, dass die Hydracrylsäure unter dem Einfluss verdünnter Schwefelsäure wieder in Acrylsäure verwandelt wurde.

Herr Hermann v. Schlagintweit-Sakünlünski legt vor und erläutert:

„Bericht über die ethnographischen Gegenstände unserer Sammlungen und über die Raumanweisung in der k. Burg zu Nürnberg."

Mit einer Kartenskizze.

Inhalt.

Nachdem von Seiner Majestät König Ludwig II. mir gestattet wurde, für das noch nicht officiell aufgestellte Material unserer Sammlungen in der k. Burg zu Nürnberg den grossen „Bilder-Saal" am Lindenhofe und jenes Vorgebäude, welches „Himmels-Stall" genannt ist, zu benützen, hatte ich während dieses Sommers und Herbstes das Trans-

feriren, im September und October auch das Fortarbeiten am systematischen Catalogisiren vornehmen können; ich hatte mich bei letzterem vorzüglich mit den ethnographischen Gegenständen zu beschäftigen.

Sogleich nach der Rückkehr hatten wir im Palais Mon Bijou zu Berlin vom k. Cabinet provisorisch sehr schöne Räume angewiesen erhalten; von 1860 an standen die Sammlungen im Schlosse Jägersburg bei Forchheim.

Für unsere Aquarelle und Zeichnungen[1]) und für die Photographieen, für die Landkarten[2]), sowie für die gesammelte Bibliothek, welche nebst der Literatur der von Europäern ausgeführten wissenschaftlichen Arbeiten auch 122 selbstständige tibetische Werke in Druck und in Manuscripten enthält[3]), war mir seit mehreren Jahren in der k. Neuen Pinakothek zu München Raum gewährt worden. Diese Gegenstände waren schon damals systematisch geordnet und vergleichend zusammengestellt.

Das naturgeschichtliche Material ist ebenfalls eingehend verzeichnet, — in Blätter-Heften und in einem allgemeinen

---

1) Es sind dieselben Landschaften und Architecturen; mit jenen meines Bruders Adolph (ermordet zu Káshgar am 26. Aug. 1857) ist die Zahl derselben 751. Die letzte seiner landschaftlichen Ansichten, welche noch von den Dienern überbracht wurden, die er von Turkistán aus in seiner bedrängten Lage zurücksenden musste, ist eine Felsen-Studie, „Die Klüftung der Felsen bei △ Mazár", vom 24. Juli. Im Cataloge der Handzeichnungen sind, in Beziehung auf Ethnographie die „monumentalen Gebäude" und die „Wohngebäude der Eingebornen" zu besonderen Reihen vereint; sie bilden Gruppe X., mit Nr. 250 bis 277 und Gruppe XI., mit Nr. 278 bis 353.

2) Für die Landkarten-Sammlung war vor 2 Jahren Ankauf und Aufnahme in die k. Hof- und Staatsbibliothek bestimmt worden.

3) Erläuterndes Verzeichniss der tibetischen Bücher ist von meinem Bruder Emil Schlagintweit, Corr. der philos.-philol. Cl. der k. Ak., bearbeitet. Das Geschichtswerk „Die Könige von Tibet", das sich dabei befindet, hat er in Uebersetzung und mit Druck des Textes publicirt. München, Verlag der k. Ak., in Commission bei G. Franz, 1866.

Cataloge — mit Berücksichtigung des Auftretens und der Bedingungen der Verbreitung. Als Theil I ist in jenem Cataloge, für die anthropologischen Gegenstände Uebersicht der „Menschenskelette", 21 an der Zahl, sowie der „Schädel", deren sich 55 noch anschliessen, gegeben. Auch auf die Reihen unserer zahlreichen Abformungen an Lebenden ist in Kürze dort hingewiesen.

Für das gesammelte zoologische und botanische Material ist systematische Analyse vielfach schon möglich geworden. In den Publications-Listen des akademischen „Almanachs" hatte ich wiederholt Gelegenheit, die betreffenden, von Fachmännern übernommenen Arbeiten anzuführen. Zugleich ist aus den naturgeschichtlichen Objecten Verschiedenes, was als neuer Beitrag sich bot, in die k. Staats-Sammlungen eingereiht worden, besonders aus der zoologischen Sammlung nach Auswahl des Conservators Herrn Professors von Siebold.

In Verbindung mit den ethnographischen Gegenständen sind bis jetzt nur die in mechanischen Abformungen hergestellten „Raçentypen" ganz geordnet und vollständig durchgearbeitet gewesen, und diese sind als plastische Facsimiles auch vervielfältigt und ausgegeben worden.

Eine Reihe derselben ist sehr bald nach ihrer Publication in die k. Sammlung unter Conservator Herrn Prof. Wagner aufgenommen worden, und es konnten im Anschlusse an diese einige andere Objecte, die in Duplicaten vorhanden waren, ebenfalls dort abgegeben werden.

Als Ganzes für sich sind dagegen die ethnographischen Gegenstände unserer Sammlungen vereint geblieben. Sowohl wegen der Ausdehnung der Gebiete als auch wegen der Vielseitigkeit im Völkerleben und in den Religionsverhältnissen war es für Indien und seine Nachbarstaaten vor allem nöthig gewesen, das gegenseitig sich Ergänzende möglichst sorgfältig zu berücksichtigen. Es bedingte diess,


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY

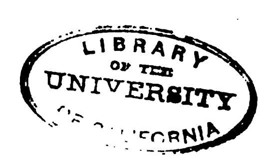
Cataloge — mit Berücksichtigung des Auftretens und der Bedingungen der Verbreitung. Als Theil I ist in jenem Cataloge, für die anthropologischen Gegenstände Uebersicht der „Menschenskelette", 21 an der Zahl, sowie der „Schädel", deren sich 55 noch anschliessen, gegeben. Auch auf die Reihen unserer zahlreichen Abformungen an Lebenden ist in Kürze dort hingewiesen.

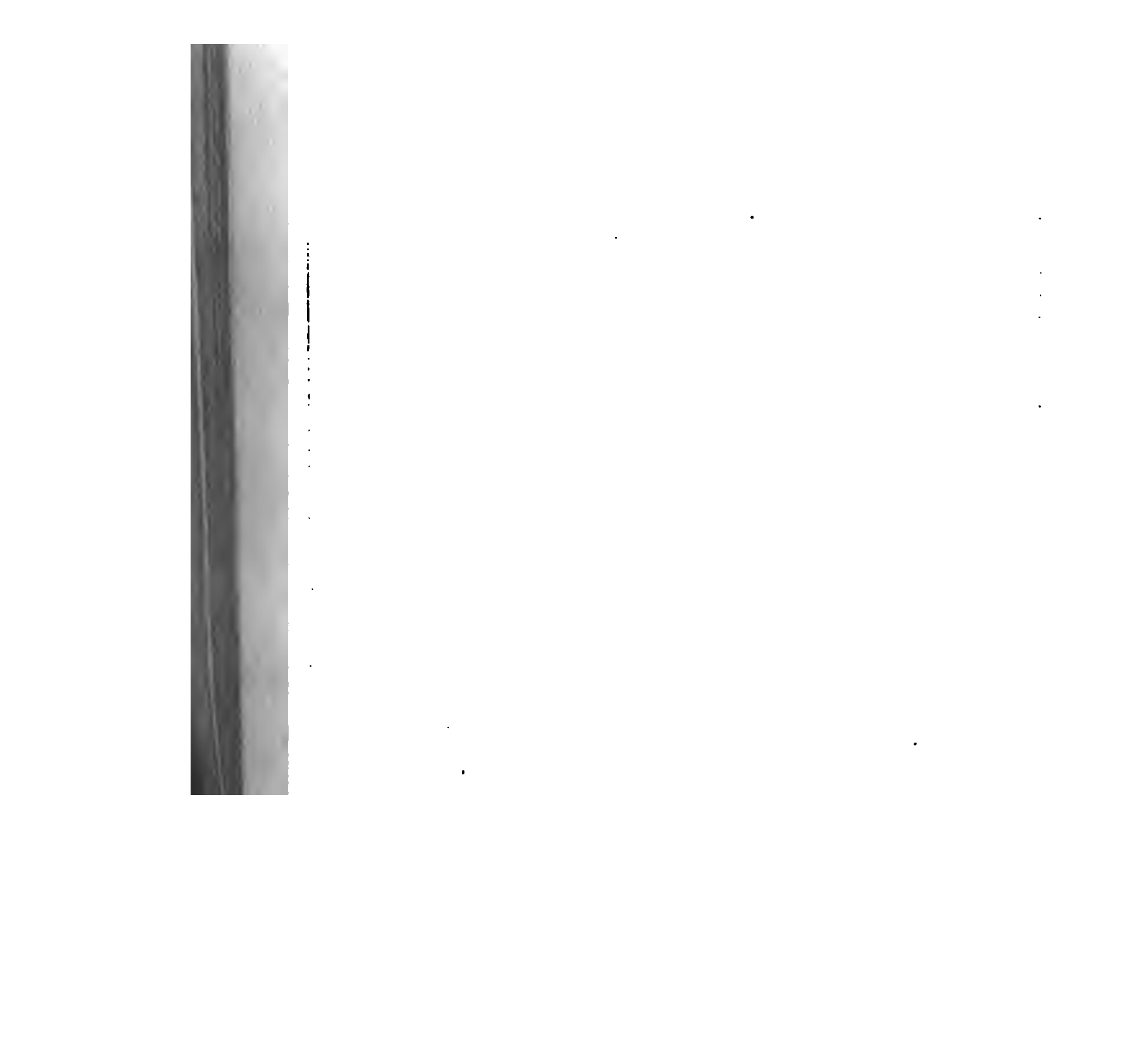
Für das gesammelte zoologische und botanische Material ist systematische Analyse vielfach schon möglich geworden. In den Publications-Listen des akademischen „Almanachs" hatte ich wiederholt Gelegenheit, die betreffenden, von Fachmännern übernommenen Arbeiten anzuführen. Zugleich ist aus den naturgeschichtlichen Objecten Verschiedenes, was als neuer Beitrag sich bot, in die k. Staats-Sammlungen eingereiht worden, besonders aus der zoologischen Sammlung nach Auswahl des Conservators Herrn Professors von Siebold.

In Verbindung mit den ethnographischen Gegenständen sind bis jetzt nur die in mechanischen Abformungen hergestellten „Raçentypen" ganz geordnet und vollständig durchgearbeitet gewesen, und diese sind als plastische Facsimiles auch vervielfältigt und ausgegeben worden.

Eine Reihe derselben ist sehr bald nach ihrer Publication in die k. Sammlung unter Conservator Herrn Prof. Wagner aufgenommen worden, und es konnten im Anschlusse an diese einige andere Objecte, die in Duplicaten vorhanden waren, ebenfalls dort abgegeben werden.

Als Ganzes für sich sind dagegen die ethnographischen Gegenstände unserer Sammlungen vereint geblieben. Sowohl wegen der Ausdehnung der Gebiete als auch wegen der Vielseitigkeit im Völkerleben und in den Religionsverhältnissen war es für Indien und seine Nachbarstaaten vor allem nöthig gewesen, das gegenseitig sich Ergänzende möglichst sorgfältig zu berücksichtigen. Es bedingte diess,





ungeachtet sorgfältiger Auswahl schon während des Sammelns, auf den Reisen bedeutende, den Transport oft sehr erschwerende Menge des ethnographischen Materiales, und die Bearbeitung desselben nach der Rückkehr nach Europa hatte sich auch dadurch noch verzögert, dass für manche andere Theile der Sammlungen, um die gute Erhaltung zu sichern, Präcedenz der Revision, in Verbindung mit Reinigen der Skelette, Ausstopfen der Felle, u. s. w. nothwendig gewesen war. —

Als topographisches Bild der in den Sammlungen vertretenen Gebiete erlaube ich mir eine Kartenskizze hier beizulegen. Da ich mich in der Herstellung derselben auf die Reduction 1 : 16½ Millionen beschränkte, habe ich von den Gebirgsregionen sowohl Hochasiens als der indischen Halbinsel nur die für die allgemeine Gestaltung charakteristischen Kammlinien gegeben.

Die Namen der Provinzen sind im Tieflande, weil dort Raum genug dafür ist, in der Karte einzeln eingetragen. In den Catalogen sind, für die Raçentypen sowie für die Culturgeräthe, die Provinzen im Innern des mittleren Theiles der Halbinsel zwischen 18° und 25° N. Br. nur gemeinschaftlich als „Central-Indien" angegeben, schon desshalb, weil die einzelnen derselben ohnehin verhältnissmässig klein sind; noch mehr ist man hiezu veranlasst, weil innerhalb dieses Theiles von Indien die Elemente der Bevölkerung, die sehr verschiedenartige sind, nicht allgemein in genauer Coïncidenz mit jenen Grenzen stehen, welche durch die herrschenden Bewohner für die Provinzen sich gebildet hatten.

Auch in Verwaltung von Seite der Regierung sind diese Gebiete als „*Central-Provinces*" zusammengefasst. Der Sitz der obersten Administrationsbehörde ist jetzt Nágpur, in Berár. Die Stadt liegt an den Ufern der Nag Nădi oder des Schlangen - Flusses, nur wenig südlich von dem

Mittelpunkte des Gebietes; ihre geographischen Coordinaten sind: 21° 10′ nördl. Br., 79° 7′ östl. Länge von Greenw., 935 e. F. Höhe in der Thalsohle[4]). Obwohl Berár erst seit Anfang 1854 den indischen Besitzungen ganz annectirt wurde, hatte Nagpúr der wichtigen Lage wegen seit lange schon eine auch für indische Städte ungewöhnliche Grösse erreicht[5]).

Für das Hochhgebirge ist auf der Karte der ganze Südabhang des Himálaya-Kammes gegen Indien als 1 Ganzes zusammengefasst und ist in Kürze „Himálaya" bezeichnet[6]), während der Nordabhang, der ausschliesslich von turanischer Raçe bewohnt ist, in die allgemeine Bezeichnung „Tíbet", als der südliche Theil, eingeschlossen ist. Für das westliche Tibet bildet hier die nördliche Grenze die wasserscheidende Kette des Karakorúm-Kammes.

In den Catalogen sind die den einzelnen Provinzen entsprechenden Trennungen auf der Südseite des Himálaya stets angegeben, da hier sehr häufig, und dann viel bestimmter begrenzt als im Tieflande, mit den Terrainverhältnissen die Trennung nach Raçen coïncidirt.

Was ihr Eintragen in die Karte auf dem Südabhange des Himálaya nicht anwenden liess, ohne dass es die Deutlichkeit des Flussnetzes sehr beschränkt hätte, ist der Umstand, dass im Allgemeinen die Breite des Himálaya-Südabhanges eine geringe ist, wenigstens im Verhältnisse zur ganzen Länge.

In der Uebersicht, die ich hier gebe, sind die Provinzen aufgezählt von Osten und Süden gegen Westen und

---

4) „Results" Vol. II p. 190.

5) Die Bodengestaltung und die Verhältnisse der Bevölkerung sind besprochen in „Reisen" Bd. I S. 169—174.

6) Am Südabhange des Himálaya, wie die ethnographischen Listen sogleich zeigen werden, tritt turanische Raçe, auch in Verbindung mit dem Buddhismus, im östlichen Theile ebenfalls in grosser Ausbreitung auf.

Norden, und bei Doppelreihen in den etwas breiteren Theilen sind die nördlicheren Provinzen hereingerückt. Die Hauptprovinzen sind dabei gesperrt gedruckt; kleinere Unterscheidungen, die bei den Sammlungs-Gegenständen als Angaben der Eingebornen anzuführen waren, sind nach der Hauptprovinz, der sie angehören, eingeschaltet. Da solche Bezeichnungen theils mit localen ungewöhnlichen Thalbildungen theils mit der Geschichte der Wanderungen der Bewohner sich verbinden, finden sich deren bei der unmittelbaren Bereisung ziemlich viele sogar; aber meist ist das Areal, auf das sie sich beziehen, klein, oder es hat auch die Zeit dazu beigetragen, ihre Anwendung gegenwärtig vorzüglich auf den dominirenden Ort des Areals zu beschränken.

1. Die Provinzen auf der indischen Seite des Himálaya, sind die folgenden:

a. Oestlicher Theil.

Bhután	Nepál.
Síkkim	

In diesen Gebieten war auch für alle Objecte der Sammlungen eine dem betreffenden Reiche vorliegende Tarái, das charakteristische subtropische Sumpfland, zu unterscheiden.

b. Westlicher Theil.

Kămáon	Jămu
Johár	Rajáuri
Gărhvál	Lahól
Símla	Kishtvár
Bissĕr	Kashmír
Kanáur	Mărri
Kúlu	Hazára.
Chámba	

2. Für das östliche Tíbet sind Provinzen bei den gesammelten Gegenständen nicht unterschieden worden, da unsere eigenen Routen nicht hindurch führten; nur Lása, die Hauptstadt, konnte wiederholt mit genügender Bestimmtheit als Ausgangsstelle angegeben werden.

3. In West-Tíbet sind ebenfalls mit Unterscheidung nach Grösse und Lage, die folgenden Provinzen in den Angaben getrennt gehalten worden; sie sind auch hier zu zahlreich um in der kleinen Karte angegeben zu sein.

Gnári Khórsum	Zánkhar
Spíti	Gué-Hasóra
Rúpchu	Táshing-Hasóra
Pangkóng	Bálti
Ladák	Gílgit
Núbra	

4. Nördlich von der Karakorúm-Kammlinie und für das Künlún-Gebirge nebst dem ihm folgenden centralen Becken waren als Provinzen Ost-Turkistán's anzugeben, mit Eintragen der Lage:

Khotán	Káshgar.
Yárkand	

Von Ortsnamen ist in der indischen Halbinsel sowie in den Hochgebirgen ausser der Bezeichnung der Hauptorte der betreffenden Provinz die Angabe der Namen nur für Punkte durchgeführt, wo Veranlassung zu etwas verlängertem Aufenthalt sich geboten hatte, sowie für solche, wo Kreuzungen unserer Wege bei wiederholtem Durchziehen einzelner Gebiete gelegen sind.

Eingehend ist aber die Darstellung des Flussnetzes gegeben, da dieses auch für die ethnographischen Verhältnisse, ähnlich wie für die niederen Stufen organischer Entwicklung, von vielseitiger und wichtiger Bedeutung noch ist. Im Flussnetze Indiens tritt unter anderem im Nordwesten

beinahe die ganze Fläche Rajváras in auffallendem Gegensatze zu den Umgebungen — ungeachtet ihrer so bedeutenden Grösse und ihrer Lage in Tiefland, das bis zu den Küsten des arabischen Meeres sich fortzieht — sogleich als wasserlose Wüste entgegen.

Das Itinerar für unsere einzelnen Routen sowie für jene, auf welchem Gefolge von uns wegen correspondirender Beobachtungen und wegen topographischer Daten oder, häufiger, wegen Ausdehnung des Sammelns, in Nebenmärschen zu reisen hatte, ist ausführlich im 1. Bande der „Results" tabellarisch zusammengestellt[7]).

Als Form des Gradnetzes ist hier für die Karte Mercators Projection gewählt. Diese ist nemlich für graphische Darstellungen[8]) von physicalischen Verhältnissen in

---

7) Results of a scientific Mission to India and High Asia. Leipzig, F. A. Brockhaus; London, Trübner and Co. Vol. I p. 11—35. 1861.

Der betreffende Theil des Atlas in Folio enthält die Karte: Routes taken by Hermann, Adolphe, and Robert de Schlagintweit, and their Assistants and Establishments in India and High Asia from 1854 to 1858. Auf jener Karte sind in der Zeichnung unserer eigenen Routen für einen jeden von uns die Linien in der Art des Eintragens unterschieden, und zeitweis getrennte Routen unserer Begleiter sind ebenfalls als solche markirt.

8) Die erste Construction derselben hatte ich gemacht für die Transactions der London Royal Society von 1863, als ich dort mit dem Berichte über die indischen Temperaturverhältnisse auf 5 dieser Karten die Isothermen des Jahres und der Jahreszeiten vorlegte.

Mit Anwendung von Farbendruck gab ich sie auch als Uebersichtskarte in Band I meiner „Reisen in Indien und Hochasien." Jena H. Costenoble.

In den Sitzungsberichten der philosophisch-philologischen Classe der k. b. Akademie hat sie, d. d. 4. Dez. 1875, mein Bruder Emil zur Herstellung seiner Sprachenkarte von Britisch-Vorderindien angewandt, in Verbindung mit seiner Abhandlung: „Die geographische Verbreitung der Volkssprachen Ostindiens. Nach amtlichen Quellen."

Curven die günstigste, und es hatte mir diese Karte in gleicher Grösse hiezu schon mehrmals als Basis gedient.

Da die geographische Breite für den nördlichen Theil der Karte 40 Grad nicht erreicht, ist die Vergrösserung der Flächen mit wachsender Breite, welche mit Mercators Projection sich verbindet, verhältnissmässig noch nicht bedeutend zu nennen und es wird die Beurtheilung gegenseitiger Entfernung auch im allgemeinen Ueberblick nur wenig dadurch erschwert, wenn man zugleich berücksichtigt, dass die Grösse des Maassstabes bei 0 Grad Breite zu jener bei 40° Breite nahezu wie 1 : 1 ⅓ sich verhält; die betreffenden Einheiten für beide Lagen sind einzeln eingetragen.

Eine grössere Special-Karte für das W e s t l i c h e H o c h a s i e n ist im 3. Bande der „Reisen" 1872 erschienen; diese enthält für die Terraindetails von Ost-Turkistán auch die Ergebnisse der späteren Bereisungen von Indien her, die nach uns seit 1865 begonnen hatten. —

In der T r a n s s c r i p t i o n der Wörter aus Indien und den angrenzenden Ländern ist für die Karte, sowie für den Text, als abweichend vom Deutschen zu erwähnen: Von den Consonanten lautet ch = tsch; h nach Consonant ist hörbare Aspiration, aber kh in Khan ist = ch im Deutschen; j = dsch; sh = sch; v = w; z = weiches s. Von den Vocalen sind die unbestimmt tönenden durch das Kürzezeichen ˘, die nasalen durch den Circumflex ˜ markirt.

In jedem mehrsylbigen Worte ist der Hauptton durch einen Accent bezeichnet.

In der nun vorgelegten übersichtlichen Z u s a m m e n s t e l l u n g d e r e t h n o g r a p h i s c h e n G e g e n s t ä n d e, welche

im Auszuge dem „General-Verzeichnisse" entnommen ist, sind dieselben in der folgenden Weise in „Abtheilungen" vereint und als solche mit römischen Ziffern bezeichnet.

Schema der Abtheilungen.

I. Ethnographische Raçentypen.	XII. Schmucksachen und Toilettegegenstände.
II. Gemälde.	XIII. Lackwaaren aus Holz und Papiermaché.
III. Plastische Figuren und Sculpturen.	XIV. Papier- und Zeug-Muster.
IV. Modelle und copirte Ornamente.	XV. Bücher und Schriftarten-Proben.
V. Münzen-Copieen.	XVI. Hauseinrichtungsgegenstände.
VI. Gegenstände des Buddha-Cultus.	XVII. Kleinere häusliche Geräthe.
VII. Musikalische Instrumente.	XVIII. Korbwaaren.
VIII. Waffen.	XIX. Ledergefässe.
IX. Zelte.	XX. Agrikulturgeräthe; Instrumente u. Maasse.
X. Sättel und Zaumzeug.	
XI. Kleidungsstücke.	

In autographirtem Steindrucke und in Catalogform liegen die auch hier angeführten Angaben des Sachregisters in mehreren Exemplaren zu Nürnberg im Bildersaale auf, und den Sammlungsobjecten selbst sind die betreffenden Zeilen in grösserer Schrift auf steifen Blättern beigegeben.

Ueberdiess sind die einzelnen Gegenstände, getrennt gehalten auch innerhalb der „Gruppen", mit Zahlenangaben auf kleinem Zettel versehen, welche sich auf die Daten in den „Beobachtungs-Manuscripten" beziehen.

Viele dieser Gegenstände sind in ihrer Construction sehr verschieden von dem, was in den europäischen Culturen ihnen entspricht; bei manchen war auch das lange Fortbe-

stehen alter Formen von Interesse. Aufbewahrung von eigentlich antiquarischen Gegenständen ist dagegen im ganzen Oriente verhältnissmässig selten; wo solche sich zeigten, verdienten sie besondere Aufmerksamkeit.

Die Raçentypen, von denen in Nürnberg nur Proben der Art der Anfertigung aufliegen, sind dort im Cataloge nicht in Detail erläutert.

In diesem Berichte aber sind: A. die Individuen der verschiedenen Menschenraçen, und B. die Abtheilungen II bis XX mit den Erzeugnissen der Culturentwicklung in den verschiedenen Gebieten als zwei gesonderte Abschnitte gegeben.

A. Personenliste der plastischen Abbildungen, „Abtheilung I."

Das Verfahren bei der Herstellung der ethnographischen Raçentypen, in ihren Hohlformen und in der positiven Metallausgabe, habe ich 1875 in den Sitzungsberichten der k. Akademie, d. d. 5. Juni, besprochen. Dort sind auch für die ausgeführten Messungen die Tabellen und die Art des Messens mitgetheilt, sowie die Angaben über die Abbildungen des ganzen Kopfes in linearen Zeichnungen in natürlicher Grösse, die jetzt ebenfalls vorliegen. Messungen sind im Ganzen an etwas über 400 Individuen vorgenommen worden.

Die plastischen Reproductionen sind seit 1858 in den Buchhandel gekommen, in Verlag bei J. A. Barth in Leipzig[9]).

9) „Ethnographische Raçentypen in Metall, von Ceylon bis Káshgar und vom Pänjáb bis östlich von Assám:

275 Abformungen der vorderen Hälfte des Kopfes, und
30 Handabformungen,
7 Fussabformungen.

Nach hohlen Gypsmasken über Lebende."

Der Preis in der Metallausgabe ist für Kopf zu 24 Mk., für Hand

Der Catalog der einzelnen abgeformten Individuen ist bis jetzt nur in Handexemplaren ausgegeben worden. Er wurde gedruckt in Verbindung mit den ersten nahezu gleichzeitigen Aufstellungen in London, in Indien und in St. Petersburg. Es folgte dann auf diese sogleich Bestellung für Paris, etwas später für München, Colombo in Ceylon, Holländisch Ostindien, u. s. w.

Für die „Hindús" in der Tabelle ist die Reihenfolge vorzugsweise auf die gegenseitige Höhe der Casten und Raçen basirt. Die Unterabtheilungen sind in Klammern gesetzt. „Aboriginer" ist die collective Bezeichnung für die Reste der Bewohner vor der arischen Einwanderung. Sie sind noch jetzt[10]) in den meist bewaldeten Regionen der Höhenzüge im Innern des halbinselförmigen Theiles von Indien, und an den Grenzen, gegen Westen und besonders gegen Osten, zu finden.

Wie ich schon in den deutschen Reiseberichten zu erläutern Gelegenheit hatte[11]), ist der Name „Aboriginer" oder „Urraçe" nicht so zu verstehen, als ob er bezeichne, dass jeder einzelne der betreffenden Stämme an bestimmter Stelle isolirt entstanden sei. Der Name bedeutet hier: niedere Ent-

---

oder Fuss zu 12 Mk. berechnet, und es ist bei Abnahme der ganzen Reihe der Preis der Köpfe von 6500 Mk. auf 6000 Mk. reducirt, inclusive der Hände und der Füsse als Beigabe. — In Gyps (getönt) 100 Köpfe zu 400 Mk.

10) Die erwähnte Abhandlung meines Bruders Emil von 1875 „Ueber die geographische Verbreitung der Volkssprachen" hat, in der statistischen Tabelle S. 373, die Zahlendaten für die Aboriginer-Raçen wie folgt ergeben. Grösse ihrer Gebiete: 100 000 engl. Quadr. Meilen, darunter 25 000 engl. Q. Meilen an der Ostgrenze des Reiches; Bevölkerung 2 800 000. Unter sich zeigen sie dabei in Raçe und Sprache ebenfalls noch vielfache und grosse Verschiedenheit.

Für das ganze Britisch-Vorderindien sind die entsprechenden Zahlenwerthe: Grösse der Gebiete 1 357 080 engl. Q. Meilen; Summe der Bevölkerung 236 267 775.

11) „Reisen" Band I S. 545.

wicklungsstufe, Mangel an Zusammenhang mit den grösseren Nachbarraçen und Mangel an bestimmter Ueberlieferung über frühere Wohnsitze.

Die „Mussâlmáns" bilden den Uebergang zu den Bewohnern der Nachbarländer und folgen desshalb nach den Aboriginern. In Indien selbst sind sie vorherrschend arischer Raçe, da zwar die Castenunterschiede unter sich durch den Islám verschwunden sind, da aber die Quantität neuer, in die resultirende Bevölkerung eintretender Elemente eine verhältnissmässig geringe geblieben ist.

„Gen. Nro." lässt durch die Art der Aneinanderreihung innerhalb der Haupstufen die Vertheilung nach den heimathlichen Wohnsitzen überblicken. — Die römische Ziffer gibt eine der 4 Unterscheidungen im Tone der Kupferoberfläche an, wodurch die Hautfarbe, je nach Dunkelheit, markirt wurde. Bei Anwendung einer grösseren Zahl von Nüancirungen wäre in vielen Fällen die Wahl eine etwas willkührliche geblieben, da auch innerhalb der einzelnen Raçen Personenunterschiede noch immer ziemlich weit gehen können. — Die klein gedruckten arabischen Ziffern geben die Reihe der Anfertigung. — Die Namen der Abgeformten bezeichnen meist auch Caste und Raçe, doch gibt es bei Mussâlmáns, auch bei Buddhisten, weit verbreitete Abweichungen davon. — „Fr." bedeutet Frau. — Die letzte Columne der Zahlen ist Angabe des Alters in Jahren.

Speciell bei den Händen und Füssen sind die Bezifferungen mit „Gen. Nro." und „Or. Nro." die gleichen wie bei den Köpfen, zu denen sie gehören; abgeformt wurden von den Extremitäten stets die rechten. In den wenigen Fällen, in welchen die betreffende Abformung des Kopfes zu Grunde ging, sind die Columnen dafür leer.

Vorderköpfe.

I. Hindú-Casten.

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Caste, nebst Unterabtheilungen.	Alter	Heimath.
		1. Bráhmans.		
1	II 124	Rampúja.	39	Calcutta, Bengálen.
2	II 125	Nabichánder.	26	
3	II 157	Dinanáth.	28	
4	II 265	Prósono Kúmar; (Balásni-Bráhman).	30	
5	II 263	Prankríshna; (Rári-Bráhman).	30	
6	II 115	Yéloji.	33	Kăládghi, Dékhan
7	II 84	Shắku; (Gángadhăr).	32	Nărsínghpur, Central-Indien.
8	II 196	Părtáb Singh; (Pándi-Bráhman).	22	Nepál, Himálaya.
9	II 207	Kúlman; (Nevári-Bráhman).	21	
10	II 241	Ramhări; (Nevári-Bráhman).	24	
11	II 193	Radhakíshen.	23	
12	II 64	Shíbram.	34	Gărhvál, Himál.
13	II 245	Bhágua (Fr.)	30	Kashmír, Himál.
14	II 257	Roháni (Fr.)	33	
		2. Rajpúts. a. Reine Raçe.		
15	III 163	Ráma	32	Năddia, Bengálen.
16	III 268	Úma Ráma.	36	Calcutta, Bengálen.
17	III 215	Rámkumar.	25	Părnia, Bengálen.
18	III 250	Mádhu Singh.	45	Símla, Himál
19	III 222	Sánkar Singh.	33	Jắmu, Himál

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Caste, nebst Unterabtheilungen.	Alter.	Heimath.
		b. Górkhas.		
20	III 212	Kébu.	35	Nepál, Himálaya
21	III 134	Ágam Singh; (Nepál-Rajpút).	22	Nepál, Himálaya
22	III 203	Bhimági; (Nepál-Rajpút).	30	Nepál, Himálaya
23	III 213	Táudi; (Neváti).	24	Nepál, Himálaya
24	III 142	Áluk; (Nevári).	18	Nepál, Himálaya
25	III 198	Námti; (Nevári).	22	Nepál, Himálaya
26	III 143	Sínghbir; (Nevári).	42	Nepál, Himálaya
27	III 139	Singhráj; (Gúrung).	18	Nepál, Himálaya
28	III 141	Surabíra; (Gúrung).	23	Nepál, Himálaya
		c. Pahári- und Bhot-Rajpúts. α. **Pahári-Rajpúts oder Thákurs.**		
29	III 73	Lúri.	20	Kămáon, Himálaya.
30	III 86	Séru.	21	Kămáon, Himálaya.
31	III 71	Lal Singh.	26	Kămáon, Himálaya.
32	III 67	Dúrnia.	26	Kămáon, Himálaya.
33	III 70	Kríshna.	30	Kămáon, Himálaya.
34	III 72	Năr Singh.	31	Kămáon, Himálaya.
35	III 69	Tan Singh.	33	Kămáon, Himálaya.

Gen. Nro.	Ton und Or No	Name; Caste, nebst Unterabtheilungen.	Alter.	Heimath
36	III_{68}	Hăr Singh.	40	Gărhvál, Himálaya.
37	III_{209}	Johár Singh.	26	Símla, Himálaya.
38	III_{90}	Shúgru.	27	
39	III_{93}	Nitái.	30	
40	III_{253}	Sónia (Fr.)	45	
41	III_{111}	Rúldu.	25	Kúlu, Himálaya.
42	III_{169}	Múlki.	26	Jămu, Himálaya.
43	III_{259}	Lálua.	27	
44	III_{224}	Kishóri (Fr.)	14	
45	III_{258}	Rásu (Fr.)	15	
46	III_{220}	Vómbri (Fr.)	16	
47	III_{219}	Sáma (Fr.)	17	
48	III_{165}	Súkhia (Fr.)	19	
49	III_{225}	Gulábi (Fr.)	26	
50	III_{229}	Síta (Fr.)	28	
51	III_{230}	Rampiári (Fr.)	28	
52	III_{256}	Maudúta (Fr.)	30	
53	III_{223}	Lăka (Fr.)	32	
54	III_{232}	Sádni (Fr.)	36	
55	III_{233}	Nísha (Fr.)	37	
56	III_{236}	Búri (Fr.)	38	
57	III_{270}	Naugáma (Fr.)	16	Chámba, Himálaya.
58	III_{187}	Dálmi (Fr.)	45	
		β. **Dógras.**		
59	III_{240}	Bikári Singh.	24	Jămu, Himálaya.
60	III_{243}	Hoshiár.	24	
61	III_{170}	Mánsa.	31	
62	III_{242}	Nagória.	31	
63	III_{237}	Básti Ram.	34	

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Caste nebst Unterabtheilungen.	Alter.	Heimath.
		γ. **Bhot-Rajpûts.**		
64	III 62	Man Singh.	12	Johár, Himálaya.
65	III 195	Nánda.	14	
66	III 63	Shirm Singh.	35	
67	III 65	Pógu.	55	
68	III 75	Nain Singh.	27	Găŕhvál, Himálaya.
69	III 112	Jásmal.	36	
70	III 74	Kărku.	38	
71	III 78	Hími.	65	
72	III 77	Kátik (Fr.)	32	
		d. Kanēts.		
73	III 249	Hágru.	20	Símla, Himálaya.
74	III 186	Nátaram.	22	Kúlu, Himálaya.
75	III 181	Chípa.	25	
76	III 182	Kálu.	30	
77	III 164	Gopál.	28	
78	III 189	Búddhu.	35	
79	III 231	Tíka.	12	Lahṓl, Himálaya.
80	III 14	Pádma.	18	
81	III 76	Méga.	20	
82	III 44	Dúlche.	20	
83	III 1	Kírparam.	28	
84	III 246	Kurína.	30	
85	III 188	Mámu (Fr.)	27	
86	III 48	Híssiram.	25	Kănáur, Himál.
87	III 17	Lássin.	35	Bissēr, Himálaya.
88	III 12	Kítop.	38	
89	III 166	Nági.	16	Chámba, Himálaya.
90	III 192	Gulzári.	36	
91	III 251	Daiádher.	37	
92	III 260	Mussábi (Fr.)	20	
93	III 228	Kumála (Fr.)	33	

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Caste, nebst Unterabtheilungen.	Alter.	Heimath.
		3. **Bais oder Váisias.**		
94	III 216	Púnit; (Pasupála).	20	Gáya, Bahár.
95	III 235	Móhon Singh.	28	Pátna, Bengálen.
96	III 118	Lóki.	28	Lăknáu, Audh.
97	III 113	Ánaji; (Băniya).	16	Sattára, Dékhan.
98	III 239	Bámbul (Fr.)	22	Símla, Himálaya.
		4. **Súdras.**		
99	IV 267	Híra; (Místri).	51	Calcutta, Bengálen.
100	IV 154	Múnni; (Dhóbi).	27	Calcutta, Bengálen.
101	IV 148	Shóki (Fr.); (Méhter).	20	Calcutta, Bengálen.
102	IV 158	Dóya (Fr.); (Méhter).	27	Calcutta, Bengálen.
103	IV 174	Pío (Fr.); (Méhter).	33	Calcutta, Bengálen.
104	IV 152	Mussái; (Kahár).	14	Kăttak, Bengálen.
105	IV 151	Sadhái; (Kahár).	16	Kăttak, Bengálen.
106	IV 234	Boláki; (Kahár).	22	Muradabád, Hindostán.
107	IV 194	Bhóndla; (Kahár).	16	Jămu, Himálaya.
108	IV 191	Rúpa; (Kándu).	25	Pátna, Bengálen.
109	IV 202	Sílka (Fr.); (Hajám).	14	Jămu, Himálaya.
110	IV 94	Góluk; (Mŏchi).	58	Chámba, Himálaya.

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Caste, nebst Unterabtheilungen.	Alter.	Heimath
		5. Vereinzelte Hindú-Stämme.		
111	III 58	Háider Bakásh; } Sikhs.	27	} Sháhpur, Pànjáb.
112	III 57	Gúnda Singh; } Sikhs.	35	} Sháhpur, Pànjáb.
113	IV 87	Hárgul; Maharáta.	35	Púna, Dékhan.
114	III 138	Dalíl; } Singhalesen.	32	} Gálle, Ceylon.
115	III 186	Dína; } Singhalesen.	36	} Gálle, Ceylon.
116	III 187	Gígo; } Singhalesen.	16	Colómbo, Ceylon.

II. Aboriginer.

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Raçenstamm, scharf begrenzt.	Alter.	Heimath.
117	III 130	Dháni; Sinh-pho.	40	Gohátti, Assám.
118	IV 161	Sámbi; Nága.	50	Difúma, Nága-Gebirge.
119	III 126	Dúlu; Khássia.	30	Máirong, Khássia-Gebirge.
120	III 208	Metála } Mēch.	19	Síkkim - Tarái, Himálaya.
121	III 206	Goricháng; } Mēch.	19	} Nepál - Tarái, Himálaya.
122	III 131	Háruk; } Mēch.	21	} Nepál - Tarái, Himálaya.
123	IV 266	Kássob; } Sántals.	23	} Rajmahál, Bengálen.
124	IV 149	Bháiro; } Sántals.	25	} Rajmahál, Bengálen.
125	IV 156	Lórkun; } Sántals.	26	} Rajmahál, Bengálen.
126	IV 214	Mángut; } Sántals.	27	} Rajmahál, Bengálen.
127	IV 175	Bhagvōt; } Sántals.	30	} Rajmahál, Bengálen.
128	IV 168	Ram; } Sántals.	34	} Rajmahál, Bengálen.

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Raçenstamm, scharf begrenzt.		Alter.	Heimath.	
129	IV 103	Bóda;	Gōds.	12	Sohágpur,	Central-Indien.
130	IV 97	Págele;		38	Ramgărh,	
131	IV 109	Largári;		38	Amarkántak,	
132	IV 107	Bhíku;		39		
133	IV 98	Dándu;		22		
134	IV 106	Lángu;		36		
135	IV 102	Túlsa;		40	Jáblpur,	
136	IV 99	Hasári;	Kols.	20	Ramgărh,	
137	IV 105	Dádi;		24		
138	IV 101	Pádu;		40	Amarkántak,	
139	IV 100	Rónu;	Bhils.	20		
140	IV 95	Mángu;		23		
141	IV 108	Mórha;		29		
142	IV 104	Pússau;		30		

III. Mussălmáns, Indien und Hochasien.

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Angabe isolirten Auftretens.	Alter.	Heimath.	
143	III 217	Dărsan.	20	Pátna	Bengálen.
144	III 211	Búdri.	25		
145	III 153	Gúlzan (Fr.)	28	Calcutta	
146	III 155	Mánglu.	23	Jessór	
147	III 171	Hássan Khan.	30	Ágra, Hindostán.	
148	III 269	Amír Bábag.	31		
149	III 261	Mírza Áli Khan.	31		
150	III 83	Táttan.	50	Nărsínghpur, Central-Indien.	

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Angabe isolirten Auftretens.		Alter.	Heimath.
151	III 116	Sáyad Háider.		16	Púna, Dékhan.
152	III 114	Usmán.		28	
153	III 119	Sáyad Hássan.		24	Bellári, Maissúr.
154	III 117	Kóbaji.		30	
155	III 254	Făzil; Belúch.		34	Bháulpur, Pănjá
156	III 145	Táser.		20	Multán, Pănjáb.
157	III 120	Madár Baksh.		22	
158	III 144	Chúmro.		24	
159	III 146	Ásum.		31	
160	III 82	Bésab.		34	
161	III 177	Shádri Khan;	Pathâns.	22	Pesháur Pănjáb.
162	III 178	Ghulám Khan;		26	
163	III 179	Faizúlla Khan;		26	
164	III 172	Dílsher Khan;		30	
165	III 173	Mohámmad Khan;		33	
166	III 159	Mohámmad Mírza;		35	
167	III 180	Sadúlla Khan;		40	
168	III 176	Álaf Khan;		42	
169	III 167	Nádir Khan; Afghán.		40	Kandahár, Kábu
170	III 56	Nau Nàhál Singh; Afghán.		60	
171	III 59	Salár.		20	Shikárpur, Sind
172	III 60	Năfer.		22	
173	III 61	Makshút.		24	
174	III 218	Kúra.		26	Símla, Himálay
175	III 183	Kotál Áli.		19	Jămu, Himálay
176	III 227	Peádi.		28	
177	III 255	Dúdi.		34	
178	III 226	Álam.		40	
179	III 221	Ódi.		43	

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Angabe isolirten Auftretens.	Alter.	Heimath.
180	III 264	Pánia (Fr.)	48	Jămu, Himálaya.
181	III 89	Ámdu.	15	Kashmír, Himálaya.
182	III 85	Amir Áli.	19	
183	III 41	Mansúr.	18	
184	III 22	Lássu.	19	
185	III 190	Híngan.	22	
186	III 42	Kărím Khan.	24	
187	III 82	Shaikh Ismáel.	25	
188	III 38	Din Mohámmad.	26	
189	III 26	Áli.	28	
190	III 29	Kămál Khan.	32	
191	III 23	Ghafúr.	35	
192	III 34	Kăríman.	35	
193	III 33	Kămál.	35	
194	III 28	Khan Úlla Khan.	39	
195	III 244	Subhán Khan.	40	
196	III 238	Kássim Khan.	44	

IV. Tibeter.

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; bei Buddhisten Volks- und Raçentrennung.	Alter.	Heimath.
		a. Buddhisten.		
197	III 10	Kánkpel; (Bhots.)	16	Bhután, Himálaya.
198	III 127	Sringh; (Bhots.)	32	
199	III 140	Amáchri (Fr.); (Bhots.)	17	
200	III 122	Chánda (Fr.); (Bhots.)	21	
201	III 129	Súrup; (Bhots.)	30	
202	II 204	Fási; (Lépchas.)	20	Síkkim, Himálaya.
203	II 205	Mánduk; (Lépchas.)	22	
204	II 147	Ténrup; (Lépchas.)	23	

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; bei Buddhisten Volks- und Raçen-trennung.		Alter.	Heimath.
205	II 185	Hági (Fr.);	Lép-chas.	23	Síkkim, Himálaya
206	II 121	Nébu;		40	
207	III 201	Kulpúnta;	Bhots.	17	Nepál, Himálaya
208	III 188	Gítung;		19	
209	III 199	Kaizába;		20	
210	III 128	Búddhiman;		25	
211	III 123	Símsin;		26	
212	III 132	Báklu;		30	
213	II 210	Lúpsan;		24	Lhása, Ost-Tíbet
214	III 66	Rábden; Húnia.		35	Gnári Khórsum Tíbet.
215	III 49	Sonamángchog;	Bhots.	40	Spíti, Tíbet
216	III 50	Dárbu;		30	Rúpchu, Tíbet
217	III 13	Sássu Lóngdu;		18	Ladák, Tíbet.
218	III 2	Túlsi Bálser		24	
219	III 18	Sámsak;		27	
220	III 15	Tássi Tóndab;		30	
221	III 80	Chórchun (Fr.);		23	
222	III 19	Bíbi (Fr.);		23	
223	III 16	Pími (Fr.);		26	
224	III 11	Sakína (Fr.);		40	
225	III 4	Mímba (Fr.);		50	
226	III 252	Píngo;		20	Núbra, Tíbet.
227	III 8	Changpúnchen;		25	
228	III 79	Chángchun (Fr.);		16	
		b. Mussălmáns.			
229	III 31	Áli Mohámmad.		19	Bálti, Tíbet.
230	III 197	Mohámmad Kássim.		21	
231	III 25	Áli Yar.		22	
232	III 21	Mánli.		23	

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; bei Buddhisten Volks- und Raçentrennung.	Alter.	Heimath.
233	III 27	Píru.	24	Bálti, Tíbet.
234	III 110	Báuu.	30	
235	III 43	Ghulám.	31	
236	III 24	Ráhiman.	22	
237	III 40	Házir Áli.	25	
238	III 36	Áli Hássan	26	
239	III 37	Kărím.	25	
240	III 30	Kurbán Khan.	29	
241	III 96	Mahachánd.	30	
242	III 92	Imám Khan.	35	
243	III 52	Ghaus Khan.	20	Gúe-Hasóra, Tíbet.
244	III 53	Sher Mohámmad.	35	
245	III 51	Khair Áli.	37	
246	III 20	Húllu.	23	Táshing - Hasóra, Tíbet.
247	III 54	Mómin.	40	
248	III 248	Káli Khan.	45	
249	III 247	Chóllo.	32	Gílgit, Tíbet.
250	III 162	Khóda Bakásh.	22	Hazára, Himálaya.
251	III 184	Sáfor.	25	
252	III 185	Fátih Khan.	25	

V. Túrkis aus Central-Asien.

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; a) arischer Raçe.	Alter.	Heimath.
		a. Móghuls.		
253	I 6	Neás.	35	Khótan, Ost-Turkistán.
254	I 7	Mohámmad Amín.	38	Yárkand, Ost-Turkistán.
255	I 5	Yússuf.	45	
256	I 31	Islám.	28	Ōsh, Kókand.
257	I 9	Adíl.	35	Faizabád, Badakhshán.

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; b) aro-turanischer Raçe.	Alter.	Heimath.
		b. Árgons.		
258	III 46	Tikintás; Bhot-Kashmíri.	25	Ladák, Tíbet.
259	III 47	Kărím Bakásh; Bhot-Kashmíri.	30	
260	III 91	Ídu; Bhot-Yarkándi.	21	
261	III 55	Amín; Bhot-Yarkándi.	24	
262	III 45	Kékel; Bhot-Yarkándi.	28	

VI. Fremde Raçen in Indien; Neger.

Gen. Nro.	Ton und Or. No.	Name; Benennung nach Volk.	Alter.	Heimath.
		Pársi.		
263	I 89	Sorábji Pálamji.	14	Bombay, Kónka
		Indo-Portugiese.		
264	IV 88	Francis Lop.	34	
		Jude.		
265	I 8	Murád.	40	Kárchi, Bokhár
		Bĕrmésen.		
266	II 160	Máipu.	24	Áva, Bĕrma.
267	II 150	Shongái.	34	

Gen. Nro.	Ton und Or. No	Name; Benennung nach Volk.	Alter.	Heimath.
		Chinese.		
268	II 200	Vam-po; als „Laskár" oder Matrose.	28	Kánton, Chína.
		China-Bengáli.		
269	II 262	Bímu.	18	Kắtak, Bengál.
		Javanesische Mussălmáns.		
270	II 271	Anídyan.	15	Chiribŏn, Jáva.
271	II 275	Kássim.	32	Chiribŏn, Jáva.
		Sídi-Neger.		
272	IV 86	Márzuk; als Matrose z. Z. in Bombay.	24	Vánika in Zánzibar, Afrika.
		Krū-Neger.		
273	IV 274	Ngíma; als Matrosen z. Z. in Áden.	18	Mánna, Liberia, Afrika.
274	IV 273	Dàko; als Matrosen z. Z. in Áden.	21	Port St. George, Liberia, Afrika.
275	IV 272	Áureh; als Matrosen z. Z. in Áden.	25	BárkoTown, Liberia, Afrika.

Hände.

Nro. der Hände.	Nr. der Köpfe Gen. Nro.	Nr. der Köpfe Or. Nro.	Caste oder Raçe.	Alter.	Heimath.
1	21	134	Nepál-Rajpút.	22	Nepál, Himálaya.
2			Nepál-Rajpút.	15	Nepál, Himálaya.
3	24	142	Nevári.	18	Nepál, Himálaya.
4			Nevári.	40	Nepál, Himálaya.

Nro. der Hände.	Nr. der Köpfe Gen. Nro.	Or Nro.	Caste oder Raçe.	Alter.	Heimath.
5	28	141	Górkha; (Gúrung).	23	Népal, Himálaya.
6	27	139	Górkha; (Gúrung).	18	
7			Pahári-Rajpút (od. Thákur)	32	KămáonHimálaya
8	33	70	Pahári-Rajpút (od. Thákur)	30	
9	35	69	Pahári-Rajpút (od. Thákur)	33	
10	98	289	Váisia (Fr.)	22	Símla, Himálaya.
11	135	102	Gŏd.	40	Jáblpur, Central-Indien.
12	151	116	Mussălmán.	34	Calcutta, Bengálen
13	152	114	Mussălmán.	16	Púna, Dékhan.
14	153	119	Mussălmán.	28	
15			Mussălmán.	24	Bellári, Maissúr.
16			Mussălmán (Fr.)	21	Kashmír, Himál.
17			Bhot.	12	Bhután, Himálaya
18			Bhot.	20	
19	199	140	Bhot (Fr.)	17	
20			Bhot (Fr.)	30	
21	201	129	Bhot.	30	Síkkim, Himálaya.
22	208	133	Bhot.	19	Nepál, Himálaya.
23	198	127	Bhot.	32	Nepál, Himálaya.
24	204	147	Lépcha.	23	Síkkim, Himálaya.
25	206	121	Lépcha.	40	Síkkim, Himálaya.
26	205	135	Lépcha (Fr.)	23	Síkkim, Himálaya.
27	270	271	Javanesen-Mussălmán.	15	Chiribŏn, Jáva.
28	271	275	Javanesen-Mussălmán.	32	
29	273	274	Krū-Neger.	18	Liberia, Afrika.
30	275	272	Krū-Neger.	25	

Füsse.

Nro. der Füsse.	Nr. der Köpfe		Caste oder Raçe.	Alter.	Heimath.
	Gen. Nro.	Or. Nro.			
1			Pahári-Rajput oder Thákur.	32	Kămáon, Himálaya
2	98	239	Váisia (Fr.)	22	Símla, Himálaya.
3			Mussălmán.	34	Calcutta, Bengál.
4			Mussălmán.	20	Kashmír, Himálaya.
5	205	135	Lépcha (Fr.)	23	Síkkim, Himálaya.
6	270	271	Javanesen-Mussălmán.	15	Chiribŏn, Jáva.
7	275	272	Krū-Neger.	25	Liberia, Afrika.

Ausser den Raçentypen aus Indien und Hochasien sind, ebenfalls als Gegenstand des Buchhandels, noch anzuführen:

„Afrikanische Raçentypen, aus Marokko[12]), die ich nach Abformungen und Messungen meines Bruders Eduard[13]) herausgab. Die Reihe besteht aus 26 Individuen, und zwar sind 5 davon als Büsten, nach Hohlform auch des Hinterkopfes, 21 als Vorderköpfe gegeben. Für 9 derselben liegen auch die Hände, für 5 die Füsse vor.

12) Verlag von J. A. Barth, Leipzig, 1875. In Metall: Büste à 120 Mk., Vorderkopf à 24 Mk., Hand oder Fuss à 12 Mk. Ganze Reihe reducirt auf 1000 Mk. In Gyps (getönt) ganze Reihe 200 Mk.

13) „Die Völkerstämme und Raçen" beschrieb er in Cap. III, S. 44—57 in dem Werke: Der spanisch-marokkanische Krieg in den Jahren 1859 und 1860. Von Eduard Schlagintweit. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1863. Zahlreiche Körpermessungen liegen in Mscr. mir vor. Der Verfasser, der diesen Krieg mitmachte, fiel später als Hauptmann im k. b. Generalstabe, zu Kissingen am 10. Juli 1866.

Dessgleichen sind zu nennen:

„Indianer-Raçentypen aus Amerika" von meinem Bruder Robert. 9 Vorderköpfe[14]).

B. Register der Objecte der Cultur und der der Technik,

verzeichnet in den „Abtheilungen II. bis XX."

Mit der Erläuterung der Abtheilungen ist aus dem Cataloge, der im Bildersaale aufliegt, auch die Signatur der Gruppen und einzelner der grösseren Gegenstände gegeben; beschreibender Bericht darüber wird in Band VIII der „Results" enthalten sein. Als eine der Vorarbeiten hiezu, die schon durchgeführt ist, kann ich noch jenes Theiles des „General-Verzeichnisses" erwähnen, welcher als Blättercatalog für etwas über 500 der für Indien characteristischen Gegenstände die localen Benennungen im Hindostáni oder in den provinciell verschiedenen indischen Sprachen enthält. Die Untersuchung derselben wurde mit Beihilfe des Múnshi Sáyad Mohámmad Said, den ich von Calcutta aus auf einige Zeit nach Europa mitgenommen hatte, in gleicher Weise bearbeitet, wie ich bei der Publication des geographischen Glossariums, im III. Bande der „Results", schon zu besprechen hatte.

Der Bezifferung in der Signatur ist die Reihefolge in der Aufstellung zu Grunde gelegt, wobei auf möglichst günstige Benützung des Raumes Rücksicht zu nehmen war. Jene Gegenstände, die in der Halle zu Nürnberg verpackt stehen, oder zur Zeit in der k. Neuen Pinakothek zu München und, in wenigen Exemplaren noch, in Schloss Jägersburg sich befinden, sind, mit Angabe des Lagerplatzes, da eingeschaltet, wo sie an verwandte Gegenstände der Aufstellung im grossen Saale sich anschliessen.

---

14) Verlag von Ed. Heinr. Mayer, Cöln und Leipzig, 1870. In Metall à 30 Mk., ganze Reihe 216 Mk.; in Gyps (getönt) à 7 Mk., und 54 Mk.

Abth. II. Gemälde;

(hier nur solche, die von Eingebornen gemacht sind).

In Oel: Porträts (Brustbilder) von indischen Rájas; lebensgross; in Goldrahmen unter Glas.

In Gouache: Tibetische Gottheiten und Gebete; auf Leinen; in Goldrahmen unter Glas.

In Wasserfarben:

a) Mythologische Hindú-Darstellungen aus Kashmír; zahlreiche Miniaturen; in Goldrahmen unter Glas.

b) Abbildungen von Hindú-Gottheiten; von heiligen Thieren; in gepressten Rahmen unter Glas.

c) Tibetische Götter und Gebete, in Originalrahmen und auf Pappe; Schwarzdruck.

Miniaturen auf Elfenbein:

a) Porträts der indischen Rájas und ihrer Veziere, der Sihk-Könige, und der Emírs von Kábul; in Goldrahmen unter Glas.

b) Indische Gebäude; in Goldrahmen unter Glas.

Aquarelle auf Reispapier: Chinesische Malereien, in Tíbet gekauft; in Goldrahmen unter Glas.

Glimmerschiefer-Bilder: Darstellung der verschiedenen Gewerbe und der religiösen Secten der Hindús. Mit einer besonderen Farbmischung auf Glimmerschiefer gemalt; in passenden Schwarzrahmen.

Ornamente:

a) Schwarz in der Grösse der Originale, die durchbrochenen Marmorarbeiten in Moscheen, Hindútempeln und Mausoleen darstellend;

b) Muster für Stoffedruck in genauer von Eingebornen ausgeführter Nachbildung der Originale. — Auf Leinwand aufgezogen mit Aufhängung.

Ansicht eines hohen Búddha-Tempels mit allen Details der Ornamente.

Búddha-Götter, drei auf einem Blatte: mit Rahmen.
Holzdrucke von tibetischen Holzblöcken. Auf Cartons aufgezogen; in Originalrahmen.

Alle Bilder sind mit erklärenden Unterschriften versehen; zugleich ist der Eigenname in orientalischen Characteren beigefügt.

Bezeichnung und Aufstellung:

II. 19. Grosse indische Portraits, 3 Stücke.
„ 20. Gouache-Malerei auf Pflanzenmark, 6 Stücke.
„ 21. Kleinere Gouache auf Pflanzenmark, 2 Stücke.
„ 22. Elfenbein-Miniaturen, indische, 31 Stücke: hievon 27 in Nürnberg, 4 in München.
„ 23. Glimmerschiefer-Bilder aus Indien, in schwarzen Rahmen; aufgestellt in München. 26 Stücke.
„ 24. Bilder aus Kashmír in schwarzen Rahmen: in München, 49 Stücke.
„ 25. Kleine Zeichnungen und Aquarelle von Eingebornen. Aus Indien und Tíbet; in Nürnberg und München, 15 Stücke.

Abth. III. Plastische Figuren und Sculpturen.

Statuetten, die verschiedenen Gewerbe Indiens darstellend; alle sehr fein aus Thon modellirt, bemalt und bekleidet, so dass sie Facsimiles der Costüme und der Beschäftigungen bilden.

Religiöse Figuren.

a) Aus Holz: Zwei grosse, reich vergoldete Búddha-Statuen, von denen die eine 11 Fuss 3 Zoll, die andere 10 Fuss 9 Zoll engl. hoch ist. (architektonisch-monumental). Kleinere Figuren, Götter der Hindús und der Buddhisten. — Denksäulen an Todte mit Schnitzereien.

b) Aus Metall: Gottheiten der Hindús u. d. Buddhisten.

c) Aus Thon: Tibetische Medaillons und Talismane, Gottheiten bietend oder Inschriften. Zum Theil vergoldet oder colorirt.

d) Aus Stein: Tibetische Gebetsteine mit Figuren und Inschriften. — Hindú-Gottheiten; Búddha-Figuren in Alabaster. — Die Inschriften sind entziffert und übersetzt.

Bezeichnung und Aufstellung:

III. 13. Indochinesische Sculptur.
„ 14. Altindische Sculptur in Trapp-Gestein.
„ 32. Zwei monumentale Búddha-Figuren.
„ 40. Nepalesische Cultusgegenstände aus Bronce, 55 St.
„ 43. Indische Casten-Statuetten, 18 Stücke; 7 aufgestellt.
„ 45. Jáipur-Marmorgegenstände, Steinmosaiken.
„ 62. Geschnitzte Holzteller des indischen Kunstgewerbes, 2 Stücke.
„ 66. Plastisch verzierte Dachziegeln aus Nepál, 2 Stücke.
„ 73. Plastische Copie einer Maske zu Búddha-Dramen, in Original-Grösse.
„ 93. Rohe Opferthiere aus Thon, aus Central-Indien,
„ 145. Hindú-Denksäulen an Todte, 2 Stücke.
„ 147. Fischergott auf Holzsäule.

Abth. IV. Modelle.

Aus Holz. Indische Pagoden und Brücken. — Europäisches Haus. — Boote und Hausgeräthe. — Mühlen. — Grosse tibetische Gebetmauer. — Tibetische Reliquien-Monumente oder Chórtens.

Aus Stein. Der Taj zu Ágra. — Alabasterarbeiten aus Jáipur.

Aus Papiermaché und Wachs. Indische essbare Früchte, colorirt.

Bezeichnung und Aufstellung:

IV. 12. Mauer-Modell (Gerüst und Steine), complet; für die tibetische Gebetmauer (z. Z. noch in Jägersburg).

„ 47. Früchte-Modelle, 30 Stücke.

„ 64. Architektonische und technische Modelle: Gebäude, Boote und Brücken; Original-Arbeit aus Indien und Kashmír; zum Theil verpackt in der Halle.

„ 103. Architectur-Ornamente; mechanisch copirte Facsimiles, 12 Stücke.

Abth. V. Münzen in Metall-Copien.

Gestempelte Silberklumpen und Geldstücke in Silber; Münzen aus Tíbet und aus Indien, unter ihnen manche ältere; ferner etwas Goldstaub aus Turkistán.

Bezeichnung und Aufstellung:

V. 151. Yámbus oder gestempelte Klumpen, 2 Stücke; der grössere entsprach in Silber 240 Mk.

„ 152. Geprägte asiatische und europäische Münzen, mit tibetischen Privatstempeln; 12 Stücke.

„ 153. Rundes Kupfergeld mit quadratischer Oeffnung in der Mitte.

„ 154. Goldstaub aus dem Diluvium des nördlichen Künlün-Randes.

Abth. VI. Tibetische Gegenstände des Búddha-Cultus.

Eine sehr reichhaltige Zusammenstellung der in religiösen Verrichtungen von den tibetischen Búddha-Priestern benützten Gegenstände; viele in Metall geschnitten, andere aus Holz geschnitzt; auch Arbeiten aus Stein oder aus Papiermaché; meist colorirt. — Gottheiten; Hausaltäre; Opferschalen; Medaillons und Amulette, nebst Modellen zum

Formen; Räucherwaaren zum Opfern; Weihrauchgefässe; Glocken; Rosenkränze; Priesterembleme (Vájras, Svástikas, Siegel); Gebetcylinder mit Gebeten; grosse groteske Masken (übernatürlicher Grösse) aus Papiermaché zur Aufführung religiöser Schauspiele; Gewänder der Priester bei Opferhandlungen; Holzblöcke mit Gebeten. — Alles detaillirt beschrieben, zum Theil in Emil Schlagintweit's „Buddhism in Tíbet."

Die Gegenstände des Hindú-Cultus, in geringerer Anzahl, sind in gleicher Vollständigkeit in der Sammlung vertreten; aber wegen der weit grösseren Verschiedenartigkeit der Gegenstände unter sich sind sie hier in jenen der einzelnen Gruppen angegeben, denen die Art ihrer Ausführung sie anschliesst.

Bezeichnung und Aufstellung:

VI. 11. Gebetsteine des Búddha-Cultus aus 1 Gebetmauer, 23 Stücke.
„ 15. Tibetische Gebetrolle in Rahmen.
„ 16. Tibetische Cultusbilder auf Leinwand aus grossen Lamaserien, eingerahmt; 7 Stücke.
„ 17.
„ 18. } Buddhistische Gebettafeln, schwarzer Druck auf Pflanzenpapier. Theils in Nürnberg, theils in München; 20 Stücke.
„ 26. Tibetische Holz-Tafeln, als Xylographie-Stöcke geschnitten; 7 Stücke.
„ 27. Drucke von buddhist. Xylographien, als Facsimiles in Europa ausgeführt und auf Carton gezogen; 20 Stücke. In Nürnberg und in München.
„ 28. Grosses Klostersiegel als Stempel, in Holz geschnitten; aus Central-Tíbet. In München.
„ 29. Tibetische Trompete mit Menschenknochen.
„ 30. Tibetische musikalische etc. Cultusgegenstände, 8 St.

VI. 31. Tibetisches guittarartiges Musikinstrument mit Trommelfell. In der Halle.

" 33. Tibetischer Holz-Obelisk.

" 34. Modelle von Chórtens oder gemauerten Reliquienbehältern in Tíbet, 9 Stücke.

" 38. Mittelgrosse buddhistische Cultusgegenstände (tibetische), 40 Stücke.

" 39. Kleinere buddhistische Cultusgegenstände (tibetische), 100 Stücke.

" 72 Masken der Búddha-Priester zu religiösen Dramen in Tíbet, 7 Stücke; verpackt in der Halle.

" 74. Rasirmesser in roh vergrösserter Form, bei den tibetischen Priester-Dramen gebraucht.

" 101. Zauberstöcklein aus Holz aus Hinter-Indien.
(Zu vergl. viele der Gegenstände in Abth. III, IV, u. a.)

Abth. VII. Musikalische Instrumente.

Pauken; Trommeln; Cymbeln; Trompeten aus Metall und Menschenknochen, letztere aus Tíbet; Gong; Guitarre; Violinen; Pfeifen und Schalmeien.

Bezeichnung und Aufstellung:

VII. 71. Eine tibetische Doppelpauke.
(Musikalische Objecte des „Cultus" sind auch VI. Nro. 29, 30, 31; XVI. Nro. 83).

Abth. VIII. Waffen.

Die Galawaffen der Rájas; die indischen, tibetischen und turkistanischen Volkswaffen in alten und neuen Formen; die Waffen der rohen, bisher noch wenig besuchten Aboriginerstämme im Inneren von Indien und längs seiner Grenzen. — Stein- und Lunten-Flinten aus Turkistán, auch

Flinten aus Tibet. — Jagflinten und Pistolen — Harnisch und Panzerhemd; tibetischer „Schiksalspanzer." — Helme. — Schwerter, Streitäxte, Spiesse, Dolche, Schilde, Panzergürtel, Schleuder-Ringe, Keulen und Waffenstöcke, Bogen, Köcher und Pfeile. — Opfermesser, darunter auch für Menschenopfer. — Pulverhörner und Bandoulièren.

Bezeichnung und Aufstellung:

VIII 10. Schilde alte Formen; 2 Stücke.

„ 50. Ein Blasrohr mit vergifteten Pfeilen, 4 Bund; aus dem Khássia Gebirge.

„ 94. Complete Sikhrüstung, bestehend aus Draht-Hemd und vergoldeten Eisenplatten; mit Dolch.

„ 95. Eine Handschiene der Sikhs.

„ 96. Indische Schwerter, 2 Stücke.

„ 98. Pulverhörner, 3 Stücke.

„ 99. Kleiner Schild aus Leder.

„ 100. Eiserne Sikhrüstung, mit „Kettenhemd" (oder schwerem Drahthemd).

„ 102. Indischer Dolch.

„ 107. Schildkröten-Schild.

„ 108. Grosse Mauer-Flinten, 2 Stücke.

„ 109. Revolverflinte mit Lunte.

„ 110. Mittelgrosse Waffen aus Indien, theils in München aufgelegt, theils in der Halle; 20 Stücke.

„ 111. Grosses ungeschäftetes Flintenrohr (antik); Länge 6' 5", Durchmesser an der Mündung $^3/_4$"; aufgestellt in München.

„ 112. Schwere ungeschäftete Mauerflinte, zum Einsetzen und Drehen auf Befestigungen; Länge 4', Durchmesser an der Mündung $^3/_4$"; aufgestellt in München

„ 113. Lunten-Flinte mit gekrümmtem Schafte und mit Messingbeschlägen; Länge 5' 3"; aufgestellt in München.

VIII. 114. Steinflinte mit gekrümmtem Schafte (sehr selten); Länge 4′ 3½″; aufgestellt in München.
„ 115. Geradegeschäftete Luntenflinte von bedeutender Grösse; Länge 5′ 4½″; aufgestellt in München.
„ 116. Indische und tibetische Flinten, 30 Stücke.
„ 117. Sikh-Schwert mit Armschiene.
„ 118. Indische Säbel, 14 Stücke.
„ 119. Speer von Eisen, ganz Metall, sehr dünn; Länge 7′ 3″; aus Südindien; aufgestellt in München.
„ 120. Schwerter von Aboriginern, 3 Stücke.
„ 121. Altindisches langes Schwert.
„ 122. Doppeldolche mit je 2 Klingen, 3 Stücke.
„ 123. Dolche, 6 Stücke.
„ 124. Dolche, Beile und Hauen; älteste Formen, 9 St.
„ 125. Bogen und Pfeile der Aboriginer, 5 Stücke.
„ 126. Waffenstöcke aus Síkkim, 2 Stücke.
„ 127. Waffenstock aus Südindien mit aufgesetzten Pfeilspitzen.
„ 129. Degenstock mit lackirter Hülse.
„ 148. Rohe hölzerne Waffen, in der Halle; 8 Stücke.
„ 149. Säbel, Messer, etc. mittelgross, in der Halle; 10 Stücke.

Abth. IX. Zelte.

Originale, ganz complet mit allem Zubehör an Zeltstricken, Zeltstangen, Pflöcken, Hämmern u. s. w.:

Tibetisches Priesterzelt; tibetisches Hirtenzelt; turkistanisches Hirtenzelt; indische Zelte (Reisezelt mit doppeltem Dache; Schlafzelt).

Bezeichnung und Aufstellung:

IX. 144. Zelte von Europäern und von verschiedenen Eingebornen; in Verpackung in der Halle.

Abth. X. Sättel und Zaumzeug.

Reitsättel; Packsättel; Satteltaschen und Reisesäcke; Packgeräthe und Körbe; Schabraken; Zäume und Halftern; Hufeisen; Peitschen.

Bezeichnung und Aufstellung:

X. 49. Sättel mit Zaumzeug, vollständig, 7 Stücke; und ein englischer Sattel aus Indien, als Beilage, zum Vergleiche.

Abth. XI. Kleidungs-Stücke.

Stoffe kostbarer Brokate; Tücher; Musselins; Luxusleder; Gold und Silberborten; gemachte Röcke aus Seide, Baumwolle, Schafwolle, auch aus Bast und Pelz. — Jacken aus Seide, Baumwolle, Schafwolle und Pelz; Ueberwürfe; Beinkleider; Socken und Strümpfe. — Hüte und Mützen aus Sammt und Seide mit Goldborten, aus Wolle, Pelz, Filz und Stroh. — Turbane; Kopfbinden. — Sandalen, Schuhe und Stiefel aus Leder, auch aus Pelz, Wolle, Stroh and Holz. — Handschuhe. — Foulards und Leibbinden.

Bezeichnung und Aufstellung:

XI. 1. Gewänder von Seide, aus dem N. Westl. Indien und den Nachbarstaaten, 5 Stücke.
„ 2. Jacken, a) 1 Stück ornamental,
b) 3 Stücke gewöhnlichen Gebrauches.
„ 3. Kopfbedekungen, 8 Formen.
„ 6. Tibetische Stiefel, 1 Paar.
„ 7. Hüte (in den kleinen Kästen), 2 Reihen.
„ 9. Strohhüte, tibetische, 3 Stücke.
„ 35. Tibetische Schuhe und Stiefel, 4 Paar.
„ 36. Wollene Röcke aus Turkistán, 7 Stücke.
„ 37. Grosse tibetische Röcke, 3 Stücke, und kleinere Gegenstände.

XI. 69. Strohhut als Hut und als Regendach.
„ 70. Schilf-Kaputze als Regendach.
„ 130. Kleidungsstücke und Behänge aus Tíbet und Turkistán, 13 Stücke. (Der „Einzug mit den Sikh-Kanonen in Calcutta", europäisches Bild, als Beilage zu den Costümen.)

Abth. XII. Schmucksachen und Toilettengegenstände der Frauen.

Fussringe und Armbänder aus Silber, Kupfer, Zink, Bronce, auch Bein, Glas und Holz. — Halsbänder und Kleiderspangen, darunter feine Silberarbeiten. — Fingerringe; Ohrringe; Nasenringe; Zehenringe; Haarschmuck und künstlicher Zopf. — Brochen. — Fächer. — Kämme. — Gold- und Silbertressen.

Bezeichnung und Aufstellung:

XII 75. Etwas über 100 Armringe von Aboriginern, von Indiern, von Tibetern.
„ 76. Fussringe, älteste und neue Formen, 11 Stücke.
„ 77. Nasenringe, von indischen Frauen getragen, 9 St.
„ 78. Ohrenringe und andere Schmuckgegenstände für Gesicht und Ohren.
„ 79. Fingeringe niederer indischer Casten.
„ 80. Schmuckgegenstände von Indiern und Aboriginern, Halsbänder und Halsketten, 16 Stücke.
„ 81. Agraffen aus Tíbet; andere kleine Schmuckgegenstände, tibetisch sowohl als indisch.
„ 88. Amuletten und Schambedeckungen der Aboriginer östlich von Assám, 5 Stücke.
„ 89. Reich ornamentirte Priester-Agraffe.
„ 90. Haar-Zierden, 3 Stücke.

XII. 131. Halsgehänge und ornamental gehaltene Schmuckgegenstände:
a) 20 Stücke, sehr selten,
b) 40 Stücke, in rohen Formen.

„ 150. Diverse Toiletten-Gegenstände, 80 Stücke, vertheilt in den Räumen der grösseren Kisten; in der Halle.

Abth. XIII. Lackwaaren aus Holz und aus Papiermaché.

Penale. — Schreibzeuge. — Kästchen. — Schachteln. — Arbeitskästchen. — Teller. — Schmuckbehälter.

Bezeichnung und Aufstellung:

XIII. 51. Indische Lack-Arbeiten, Kästchen und Schaalen; 16 Stücke.

„ 58. Lacklöffel-Gruppe in abnehmender Grösse 1 Päckchen bildend, nebst kleinen Lackwaaren; 12 Stücke.

Abth. XIV. Papiere und Zeuge.

Mit Angabe der Localität und des Stoffes; in 9 gebundene Foliobücher vereint, als wesentlich charakteristisch für die orientalische Industrie.

Bezeichnung und Aufstellung:

XIV. 44. Proben der Gewebe-Productionen, sowie der Papieranfertigung aus Indien und aus Hochasien; 351 Stücke, in 9 Folio-Bänden (gebunden). Aufgestellt in München: 70 Papiere, 281 Zeuge.

Abth. XV. Bücher und Proben der verschiedenen Schriftarten.

Aus Indien: Manuscripte und Druck von Büchern und Documenten; Briefe der eingebornen Rájas, auch in

der für den Transport vorgeschriebenen Umhüllung; in Tibetisch, Sánskrit, Hindostáni, Pănjábi, Kashmíri, Nepalesisch, Támil und Singhalesisch.

Bezeichnung und Aufstellung:

XV. 41. Proben tibetischer Manuscripte, 40 Stücke.
„ 42. Proben indischer Manuscripte, 9 Stücke.

Abth. XVI. Hauseinrichtungs-Gegenstände.

Teppiche. Zeltteppiche. — Grössere und kleinere wollene, auch mit Pelz verbrämte Teppiche aus Tíbet. — Filzteppiche aus Turkistán.

Matten aus Stroh und Bast; aus Baumwolle; aus Filz. — Pelze; roh gearbeitete Thierfelle der Aboriginer.

Betten. Caravanenbett aus Turkistán. (In Indien liegen die Eingeborenen auf Matten.) Aus Indien Bettfüsse zum Matten aufspannen.

Geschirre.

a) Aus Thon: Wassergefässe; Theekannen; Suppenschüsseln, Teller und grosse Schüsseln. Die von Europäern in Indien gebrauchten Irdenwaaren. — Sehr verschiedenartige tibetische Geschirre; Kohlenbecken aus Tíbet; — Bemalte Trinkporcellanschalen aus Turkistán mit Lederetuis für Transport.

b) Aus Holz: Löffel, Schüsseln, Teller mit schönen Ornamenten. — Turkistanisches Servicebrett.

c) Aus Metall: Löffel, Schüsseln, Theekannen, Trinkgefässe, Serviceplatten.

Bezeichnung und Aufstellung:

XVI. 52. Altindisches Ruhekästchen.

XVI. 59. Holz- und Elfenbein-Kästchen; eingelegt; 3 Stücke.
„ 60. Hindú-Bronce-Geräthe; Teller, 6 Stücke.
„ 61. Holzbüchsen mit Deckeln, 3 Stücke.
„ 63. Holzkasten mit Blech, indische Form.
„ 65. Thonwaaren, nebst Kochgeschirr aus Kupfer, indische Formen und Arbeiten. (Indo-europäischer Heisswasser-Teller aus England als Beigabe). — Auch Schreibzeuge, Messer, Scheeren u. s. w., 60 Stücke.
„ 83. Kiste mit Hausgeräthen, meist tibetisch, auch 1 Priesterpauke und Cultus-Objecte (noch in Schloss Jägersburg).
„ 84. Zahlreiche Hausgeräthe, auch mittelgrosse Gebrauchsgegenstände, in die grössern Kisten bei Verpacken vertheilt, wie Húkas, Reibzeug aus Holz für Feuer, Matten u. s. w.
„ 85. Hausgeräthe und decorative Gegenstände, mittelgross.
„ 92. Metallgefäss, Hausgeräthe; 7 Stücke.
„ 104. Altindischer Fussschemmel.
„ 105. Südindische Bast-Matten.
„ 106. Indische Stäbchen-Matten.
„ 128. Ornamentaler indischer Reisestock.
„ 132. Gefässe von Thon, 5 Stücke.
„ 133. Gefäss aus weissem Stein.

Abth. XVII. Kleinere häusliche Geräthe.

Betelbüchsen und Betelbeutel. — Messer zum Betelschneiden. — Schlösser. — Schnupftabaksdosen. — Tabakspfeifen. — Tintenzeuge. — Feuerzeuge. — Schneebrillen. — Spielzeuge für Kinder. — Siegel, private und amtliche. — Gehänge mit Pincette, Nadel etc. für den Leibgurt. —

Gurten für Reisegegenstände. — Luntenstricke. — Spiegel. — Sonnenschirme. — Regenschirme. — Scheeren. — Buttergefäss. — Spielkarten. — Waschgeräthe. — Sehr verschiedenartige Schreib- und Tintenzeuge.

Bezeichnung und Aufstellung:

XVII. 4. Indische Regenschirme.
„ 5. Indischer Fächer mit Pfauenfedern.
„ 8. Steinhammer.
„ 67. Altindische Oelbrenner.
„ 82. Priestergeräthe und kleine Hausgeräthe, meist aus Tibet. In München aufgestellt.
„ 86. Spielkarten: a) flache cylindrische; b) gebogene, als Hohlkugel-Segmente gestaltete; tibetisch, 2 Spiele.
„ 87. Tibetische Würfel.
„ 91. Vorhängschlösser, 2 Stücke.
„ 97. Lépcha-Speisestäbchen mit Messer.
„ 137. Hausgeräthe, kleinere; verpackt in der Halle.

Abth. XVIII. Korbwaaren.

Zierkörbchen (aus Bombay) aus Kokusnussfasern mit Käferflügeln besetzt. — Korb mit Leder als Reisekoffer. — Farbige Körbchen aus Südindien. — Cylindrische, sphärische und rechteckige Körbchen für häuslichen Gebrauch; für Schmucksachen.

Bezeichnung und Aufstellung

XVIII. 46. Korbgeflechte aus Bast, 4 Stücke.
„ 48. Indische geflochtene Kästchen, 4 Stücke.
„ 53. Korb- und Rohrwaaren, 20 Stücke.
„ 54. Früchtenkorb von Holz.
„ 55. Altindischer lackirter Korb, grosse Form.
„ 56. Altindischer lackirter Korb, kleinere Form.

Abth. XIX. Ledergefässe.

Lederschlauch, statt Boot, zum Uebersetzen über Flüsse — d. i. Haut mit Zubehör. — Wasserschläuche als Gepäckstücke für Menschen und für Thiere. — Oelgefäss.

Bezeichnung und Aufstellung:

XIX. 57. Wassertaschen aus Leder, 2 Stücke.

„ 134. Lederschlauch zum Aufblasen: beim Uebersetzen über Flüsse, mit 2 Rudern, in reitendem Sitze benützt.

„ 135. Schläuche aus Leder zum Wassertragen, 3 Stücke.

„ 136. Amphoraartiges Gefäss aus Leder.

Abth. XX. Agriculturgeräthe; Instrumente und Maasse.

Die ersteren sind, wegen ihrer Grösse, sämmtlich in der Halle. Die Reihe enthält Pflüge, Eggen, Dreschflegel aus Tíbet (in Indien wird von Vieh „ausgetreten"), Spaten, Schaufeln, Hämmer, Ruder, Taue, Stricke, tibetische Seilbrücke, Lépcha-Bergwerkshammer, Waagen, Messgefässe und Maassstäbe.

Von den Ackergeräthen wurden wegen der eigenthümlichen, in gewisser Anwendung auch practisch zu berücksichtigenden Formen, auf Veranlassung der Hohenheim'schen Akademie für Landwirthschaft verkleinerte Modelle noch angefertigt.

Bezeichnung und Aufstellung:

XX. 68. Ein Lépcha-Längemaass aus Síkkim.

„ 138. Die Pflüge von Indien, Tíbet und Turkistán; als complet zu betrachtende Reihe. 7 Stücke, aufgestellt in der Halle.

„ 139. Getreidemühlen, 5 Modelle der Eingebornen, verpackt in der Halle.

XX. 140. Dreschflegel aus Tíbet, breit und flach; in der Halle.
„ 141. Eggen aus Indien und aus Tíbet, 3 Stücke; in der Halle.
„ 142. Joche für Zebu- und für Yak-Vieh, 3 Stücke; in der Halle.
„ 143. Ackergeräthe, Modelle in reducirter Grösse; in München.
„ 145. Seilbrücke mit Holzknie, Original; aus Tíbet.
„ 155. Kleinere Geräthe: Waage, Gefässe; aus Indien und aus Tíbet.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der physical.-medicin. Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. Neue Folge. XI. Bd. 1877. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Dorpat:

Archiv für die Naturkunde. I. Serie: VIII. Bd. II. Serie Bd. VII. 3. 1876. 77. 8.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. XXIX. Bd. Januar—März 1877. 1877. 8.

Vom Verein für siebenbürgische Landeskunde in Hermannstadt:

a) Archiv. Neue Folge. 13. Bd. 1876. 77. 8.
b) Jahresbericht für das Vereinsjahr 1875/76. 8.

Vom naturhistorischen Verein in Augsburg:

24. Bericht im Jahre 1877. 1877. 8.

Von der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a./M.:

Bericht 1875—76. 1877. 8.
Abhandlungen. Bd. I. 1877. 4.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:

Correspondenz-Blatt. Jahrgang XXX. 1876. 8.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Antropologia, Tom. I. 1877. 8.

Vom Verein für Erdkunde zu Halle a./S.:

Mittheilungen 1877. 1877. 8.

Von der G. Schwetschke'schen Verlagsbuchhandlung in Halle a./S.:

Die Natur. Zeitung zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntniss. 1877. No. 1—31. 32. 4.

Von der k. bayer. Central-Landwirthschaftsschule in Weihenstephan:

Mittheilungen aus dem Weihenstephaner Laboratorium von Prof. Dr. Lintner. Freising 1877. 8.

Von der k. Sternwarte zu Münster:

Resultate der in den 43 Jahren 1833—1875 angestellten Sternschnuppen-Beobachtungen von Ed. Heis. 1877. 4.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

62. Jahresbericht 1876. 1877. 8.

Vom naturhistorisch-medicinischen Verein in Heidelberg:

Verhandlungen. Neue Folge. Bd. II. 1877. 8.

Von der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

16. Bericht. Im Juni 1877. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Freiburg i./B.:

Berichte über die Verhandlungen. Bd. VII. 1877. 8.

Von der Società italiana di scienze naturali in Milano:

Atti. Vol. XIX. Fogli 1—24. 1876. 77. 8.

Von der Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:

Atti. Serie 3. Tom. IX. 1876. 8.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 85 1877. 4.

Von der Royal Irish Academy in Dublin:

a) Transactions. Science. Vol. XXVI. 1875—76. 4.
b) List of the Membres, July 1876. 1876. 8.

Von der Zoological Society in London:

a) Transactions. Vol. X. 1877. 4.
b) Proceedings. 1877. Part. I. 1877. 8.
c) „ 1876. Part. IV. 1877. 8.

Von der Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. VIII. 1876. 8.

Vom War Departement, Surgeon General's Office in Washington:

Circular No. 9: Report on the Transport of Sick and Wounded, by G. A. Otis. 1877. 4.

Von der U. S. Geological and geographical Survey of the Territories in Washington:

Bulletin of the U. S. Entomological Commission. No. 1—2. 1877. 8.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. tom. XXIV. 1877. 8.
Bulletin. Tom. XXI. 1875. Session extraordinaire d'Angers 1875. 8.

Von der Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

Mémoires. 2e série. Tom. II. 1877. 8.

Von der Société d'histoire naturelle in Colmar:

Bulletin. Années 16 et 17. 1875 et 1876. 1877. 8.

Von der Finnischen Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:

a) Bidrag till kännedom of Finlands Natur och Folk. Heft 20. 25. 26. 1876—77. 8.
b) Observations météorologiques. Année 1874. 1876. 8.

Vom Instituto y Observatorio de marina in San Fernando, Cadiz:

Almanaque nautico para 1878. Madrid 1877. 8.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

Annuario. Anno XI. 1877. 8.

Von der Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin 1877. 1877. 8.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

Meteorologiska Jakttagelser. Vol. 16. 1876. 4.

Von der Sternwarte in Leiden:

Catalogus van de Boeken in de Bibliotheek der Sterrenwacht te Leiden. s' Gravenhage 1877. 8.

Vom statistischen Bureau der Hauptstadt Budapest:

Publicationen. No. XIII. XIV. Berlin 1877. 8.

Vom Departement of the Interior in Washington:

Report on the Rocky Mountain Locust, by A. S. Packard. 1877. 8.

Von der American Geographical Society in New-York:

Journal. Vol. 5. 6. 1874. 1874—76. 8.

Von der Staats-Ackerbau-Behörde von Ohio in Columbus:

30. Jahresbericht f. d. J. 1875. 1876. 8.

Von der American Academy of Arts & Sciences in Boston:

Proceedings. New Series. Vol. 4. 1877. 8.

Von der American Medical Association in Washington:

Transactions. Vol. XXVII. und Supplement zu Vol. XXVII. Philadelphia 1876. 8.

Vom Essex Institute in Salem:

Bulletin. Vol. 8. 1876. 8.

Von der Redaction des American Journal of Science and Arts in New-Haven:

The American Journal of Science and Arts. Vol. 13. 14. 1877. 8.

Von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Petersburg:

Das fünfzigjährige Doctorjubiläum des Akademikers Geheimrath Johann Friedrich Brandt am 12.(24.) Januar 1876. 1877. 8.

Von der Société malacologique de Belgique in Brüssel:

Annales Tom I—X. Année 1863—75. 8.

Vom Museum of comparative zoology at Harvard College in Cambridge, U. S A:

Memoirs. Vol. V. 1877. 4.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 12. Jahrgang. 1877. 8.

Von der Gesellschaft böhmischer Mathematiker und Physiker in Prag:

Archiv mathematiky a fysiky. Tom I. 1875—76. 8.

Von dem Museum des Kgr. Böhmen in Prag:

Vortrag des Geschäftsleiters in der General-Versammlung der Gesellschaft des Museums des Kgr. Böhmen am 25. Mai 1877. 8.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen 1876. 1877. 8.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Krakau:

a) Rozprawy (Sitzungsberichte), Mathem. Classe Tom. III. 1876. 8.
b) Sprawozdanie komisyi fizyjograf. Tom. X. 1876. 8.

Vom k. preuss. geodätischen Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten im J. 1876. 1877. 4.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg:

11. Bericht für 1875 und 1876. 1876. 8.

Von der Sternwarte des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. XIII. Jahrgang 1876. 1876—77. 4.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Danzig:

Schriften. Neue Folge. Bd. IV. 1876. 8.

Von der k. ungarischen geologischen Anstalt in Budapest:

Mitthèilungen aus dem Jahrbuche. Bd. VI. 1877. 8.

Vom Siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 27. 1877. 8.

Von der Université catholique in Louvain:

a) De febre puerperali auct. Ern. Lambert. 1876. 8.
b) Recherches sur les acides chloro-bromo-propioniques glycériques par U. Wareg-Massalski. 1875. 8.

Vom R. Comitato geologico d' Italia in Rom:

Memorie per servire alla descrizione della carta geologica d' Italia. Vol. III. 1876. 4.

Von der R. Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Anno 274. 1876—77. Serie III. Transunti Vol. I. 1877. 4.

Von der Società adriatica di scienze naturali in Triest:

Bolletino. Vol. III. 1877. 8.

Von der Zoological Society in Philadelphia:

The 5th annual Report, read April 26th 1877. 8.

Von der American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 24th annual Meeting held in Philadelphia 1876. 1877. 8.

Vom Department of Agriculture in Washington:

a) Monthly Reports for the years 1875 & 1876. 1876—77. 8.
b) Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1875. 1876. 8.

Vom Department of the Interior in Washington:

a) Report of the U. S. Geological Survey of the Territories, by F. V. Hayden. Vol. II. 1875. 4.
b) The Grotto Geyser of the Yellowstone National Park. s. a. fol.
c) Catalogue of the Publications of the U. S. Geological Survey of the Territories. 2d ed. 1877. 8.

Vom U. S. Naval Observatory in Washington:

Astronomical and meteorological Observations made during the year 1874. 1877. 4.

Vom Lyceum of natural history in New-York:

Proceedings IId Series No. 1—4. 1873—74. 8.

Von der Academy of natural Sciences in Davenport, Jowa:

Proceedings. Vol. I. 1867 1876. 1876. 8.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

a) Denkschriften. Mathem.-naturw. Cl. Bd. 36. 1876. 4.
b) Sitzungsberichte. Mathem.-naturw. Classe.

I. Abtheil.	Bd.	72.	Heft	1—5.	
	„	73.	„	1—5.	
	„	74.	„	1 u. 2.	
II. Abtheil.	„	72.	„	1—5.	
	„	73.	„	1—3.	
	„	74.	„	1 u. 2.	
III. Abtheil.	„	71.	„	3—5.	
	„	72.	„	1—5.	
	„	73.	„	1—5.	1875—1876. 8.

Vom Verein für Erdkunde in Dresden:

XIII. u. XIV. Jahresbericht. 1877. 8.

Von der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1876/77. 1877. 8.

Von der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:

Mittheilungen. 11. Heft. Novemb. 1876. 4.

Vom Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

a) Indian Meteorological Memoirs. Vol. I. 1876. fol.
b) Report on the Meteorology of India in 1875. By Henry F. Blanford. I. year. 1877. fol.
c) Report of the Vizagapatam and Backergunge Cyclones of October 1876, by J. Elliott. 1877. fol.
d) Report on the Administration of the Meteorological Department of the Government of India in 1875—76. 1877. fol.

Von der Lese- und Redehalle der k. k. technischen Hochschule in Wien:

Jahresbericht 5. Vereinsjahr 1876/77. 1877. 8.

Von der k. k. Universität in Graz:

Die Selbstverdauungs-Processe der Magenschleimhaut von Hanns Kundrat. 1877. 8.

Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1872. XXVIII. Jahrgang. 1876—77. 8.

Vom naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. Jahrgang 34.

Von der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. 19. Bd. 1876. 8.

Vom botanischen Verein in Landshut:

6. Bericht über die Vereinsjahre 1876/77. 1877. 8.

Von der meteorologischen Centralanstalt in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 14. Jhrg. 1877. 1877. 4.

Vom naturwissenschaftl. Verein in Magdeburg:

7. Jahresbericht. 1877. 8.

Von der Gesellschaft böhmischer Chemiker in Prag:

Zprávy. Bd. III. 1877. 8.

Von der Accademia Pontificia di Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno XXX. Sessione IV. 1877. 4.

Von der Société Royale des sciences naturelles in Luxemburg:

Carte géologique du Grand-Duché de Luxembourg, par N. Wies etc. 8 Blatt. fol. 1877, nebst Text in 8.

Von der R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. XXXVIII. 1877. 8.

Von der Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XX. 1877. 8.

Von der Société des sciences naturelles in Neuchatel:

Bulletin. Tom. XI. 1877. 8.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Vol. III. 1877. 8.

Von dem Institut Royal Grand-Ducal, Section des sciences naturelles in Luxemburg:

Publications. Tom. 16. 1877. 8.

Vom Observatoire Royal in Brüssel:

a) Annales. Tom. XXIII. XXIV. XXV. 1874—77. 4.
b) Annuaire. 1877. 44e année 1876. 8.
c) Essai sur la vie et les ouvrages de L. A. J. Quetelet par Ed. Mailly. 1875. 8.
d) Notices extraites de l'annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles pour 1875 et 1876. 8.
e) Memoire sur la température de l'air à Bruxelles 1833 — 1872. (Supplément); par Ern. Quetelet. 1876. 4.

Von der Académie des sciences in Lyon:

Memoires. Classe des sciences. Tom. XXII. 1876—77. 8.

Vom Herrn A. Kölliker in Würzburg:

Ueber die Jakobson'schen Organe des Menschen. Festschrift. 1877. 4.

Vom Herrn Emanuel Böricky in Prag:

Die Arbeiten der chemisch-petrologischen Abtheilung der Landesdurchforschung von Böhmen. III. Bd. V. Abth. 1877. 8.

Vom Herrn Beyrich in Berlin:

Ueber jurassische Ammoniten von Mombassa. 1877. 8.

Vom Herrn Carl Hornstein in Prag:

Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. Sternwarte zu Prag i. J. 1876. 37. Jahrg. 1877. 4.

Vom Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

a) Mineralogische Beiträge. 1877. 8.
b) Vorträge und Mittheilungen in der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 1877. 8.
c) Mineralogische Mittheilungen (Neue Folge). Leipzig 1877. 8.

Vom Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen No. XLIV. 1877. 8.

Vom Herrn A. Mühry in Göttingen:

Ueber die exacte Natur-Philosophie. 1877. 8.

Vom Herrn Carl Friedrich Majer in München:

General-Bericht über die Cholera-Epidemieen im Königreich Bayern 1873 u. 74. 1877. 8.

Vom Herrn Wilhelm Dokoupil in Bistritz:

Das Eisen als Baustoff. 1877. 8.

Vom Herrn Hermann Scheffler in Braunschweig:

Die Naturgesetze und ihr Zusammenhang mit den Prinzipien der abstrakten Wissenschaften. Theil I. II. Leipzig 1876—77. 8.

Vom Herrn Amand Baumgarten in Kremsmünster:

a) Geschichte der Sternwarte der Benediktiner-Abtei Kremsmünster. Von P. Sigmund Fellöcker. Linz 1864. 4.
b) Mittlere Oerter von Fixsternen nach den Beobachtungen der Sternwarte Kremsmünster 1877, von P. G. Strasser. 1877. 8.

Vom Herrn P. Käuffer in Kaiserslautern:

Die Arbeit des Dampfes in der Dampfmaschine. s. l. 1877. 4.

Vom Herrn R. Claudius in Bonn:

Die Potentialfunktion und das Potential. 1877. 8.

Vom Herrn Thomas Belt in London:

The glacial Period in the Southern Hemisphere. 1877. 8.

Von den Herren A. Hirsch und E. Plantamour in Genf:

Nivellement de précision de la Suisse par A. Hirsch et E. Plantamour. Livr. VI. 1877. 4.

Vom Herrn C. Berg in Buenos-Aires:

a) Untersuchungen über die Gattung Mimallo Hübner's und ihre Arten. s. l. s. a. 8.
b) Patagonische Lepidopteren. Moskau 1876. 8.
c) Enumeracion de las plantas européas que se hallan como silvestres en la provincia de Buenos-Aires y en Patagonia. 1877. 8.
d) Orugas acuáticas de la familia de Bombycidae. Palustra Azollae y Palustra tenuis. 1876. 8.
e) Estudios lepidopterológicos. 1877. 8.

Vom Herrn Johann Ritter von Puscarin in Budapest:

Das Stereometer. 1877. 8.

Vom Herrn E. Regel in St. Petersburg:

Descriptiones plantarum novarum et minus cognitarum fasc. I. 1877. 8.

Vom Herrn P. de Tchihatcheff in Paris:

La végétation du globe par A. Grisebach, traduit par P. de Tchihatcheff. Tom. II. fasc. 2. 1878. 8.

Vom Herrn Richard Owen in London:

Description of the fossil Reptilia of South Africa. Vol. I. Tent. Vol. II Plates. 1876. 4.

Vom Herrn John Ericsson in New-York:

Contributions to the Centennial Exhibition. 1876. 4.

Vom Herrn Fortunato Pasquale in Neapel:

Sopra alcune mostruosità del fiore della viola odorata etc. e sulla teoria della peloria in generale. 1877. 4.

Vom Herrn A. Ecker in Freiburg:

a) Ueber den queren Hinterhauptswulst am Schädel verschiedener europäischer Völker. s. l. 1877. 4.
b) Zur Kenntniss des Körperbaues früherer Einwohner der Halbinsel Florida. s. l. 1877. 4.

Vom Herrn Max Braun in Würzburg:

Lacerta Lilfordi und Lacerta muralis. 1877. 8.

Vom Herrn E. Plantamour in Genf:

Détermination télégraphique de la différence de longitude entre l'observatoire de Zurich et les stations astronomiques du Pfänder et du Gäbris. 1877. 4.

Vom Herrn John J. Stevenson in New-York:

Report of progress in the Greene and Washington District of the bituminous coal-fields of Western Pennsylvania. Harrisburg 1876. 8.

Vom Herrn F. V. Hayden in Washington:

Annual Report of the U. S. Geological Survey of the Territories for the years 1873 & 1874. 1874—76. 8.

Vom Herrn Karl Weihrauch in Dorpat:

Zehnjährige Mittelwerthe (1866 bis 1875) nebst neunjährigen Stundenmitteln (1867 bis 1-75) für Dorpat. 1877. 8.

Vom Herrn O. C. Marsh in New-Haven:

Introduction and Succession vertebrate life in America. 1877. 8.

Vom Herrn P. Riccardi in Modena:

a) Sulle opere di Alessandro Volta. 1877. 4.
b) Lettera a Cesare Correnti, Presidente della società geografica ital. 1877. 4.

Vom Herrn Josiah P. Cooke in Cambridge:

Contributions from the chemical Laboratory of Harvard-College. 1877. 8.

Vom Herrn Carl Gegenbaur in Heidelberg:

Grundriss der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1878. 8.

Vom Herrn Augustino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Vol. I. 1877. fol.

Vom Herrn Melsens in Brüssel:

Des paratonnerres établis sur l'Hôtel de ville de Bruxelles en 1865. 1877. 8.

Vom Herrn Giuseppe Coco Zanghy in Catania:

Un' errata-corrige proposta in Zoologia ovvero il mio viaggio in Tiberia de ed il vero pesce di S. Pietro. 4.

Vom Herrn A. P. Bogdanow iu Moskau:

Forma i sreda etc. (russisch) Form und Mitte in ihren Beziehungen zur Zoologie und Medicin. 1877. 4.

Vom Herrn M. Deydier in Oran:

La locomotion aérienne. 1877. 8.



Sach-Register.

Namen-Register.


LIBRARY
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA





